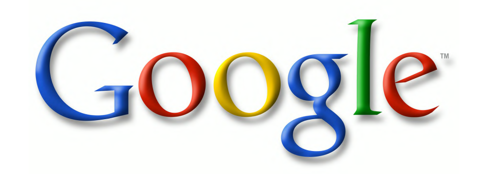


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

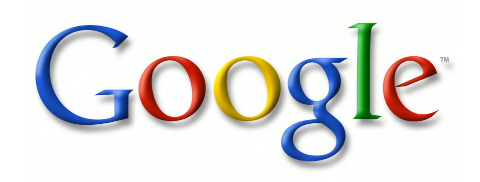
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

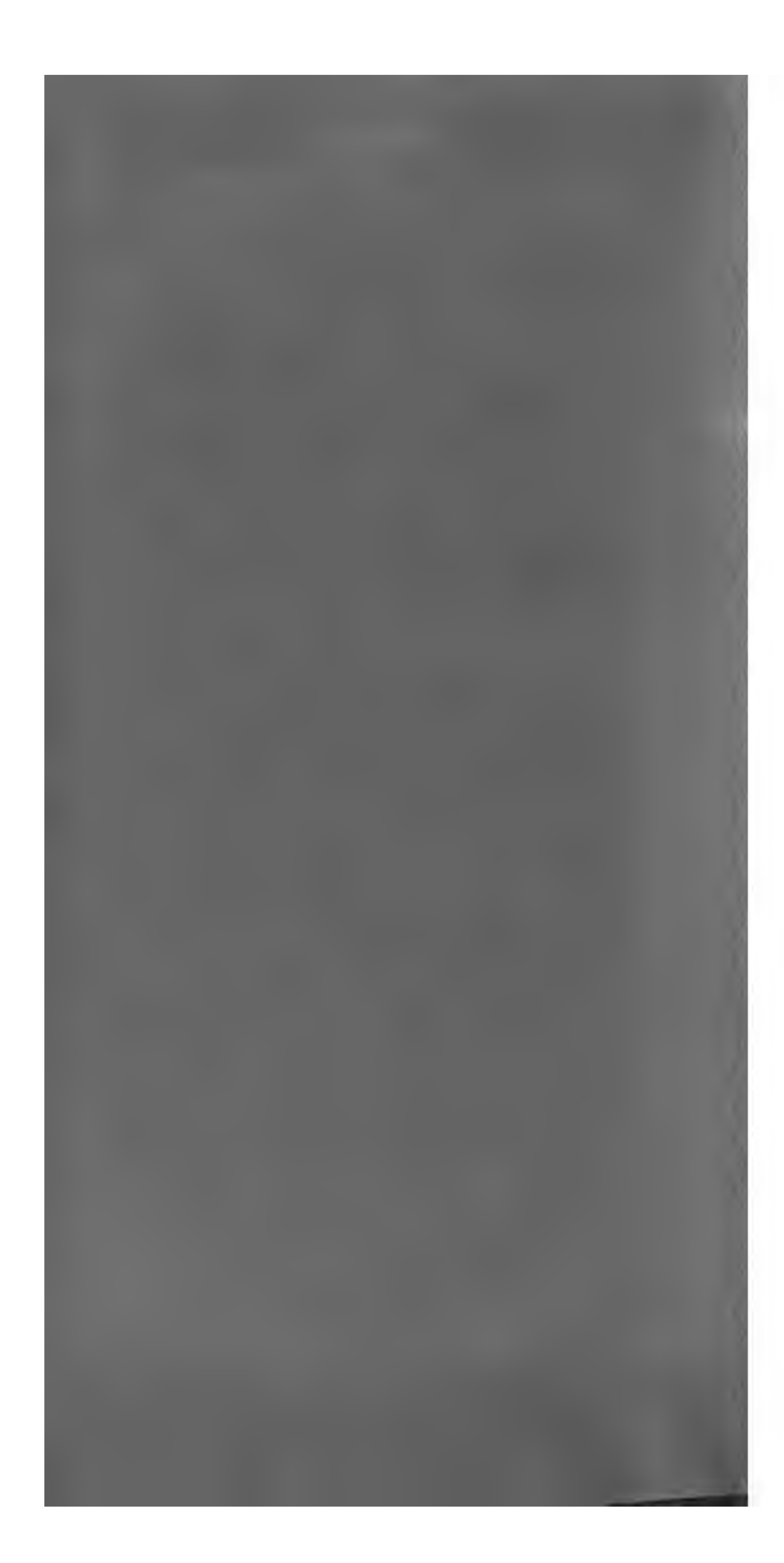
Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

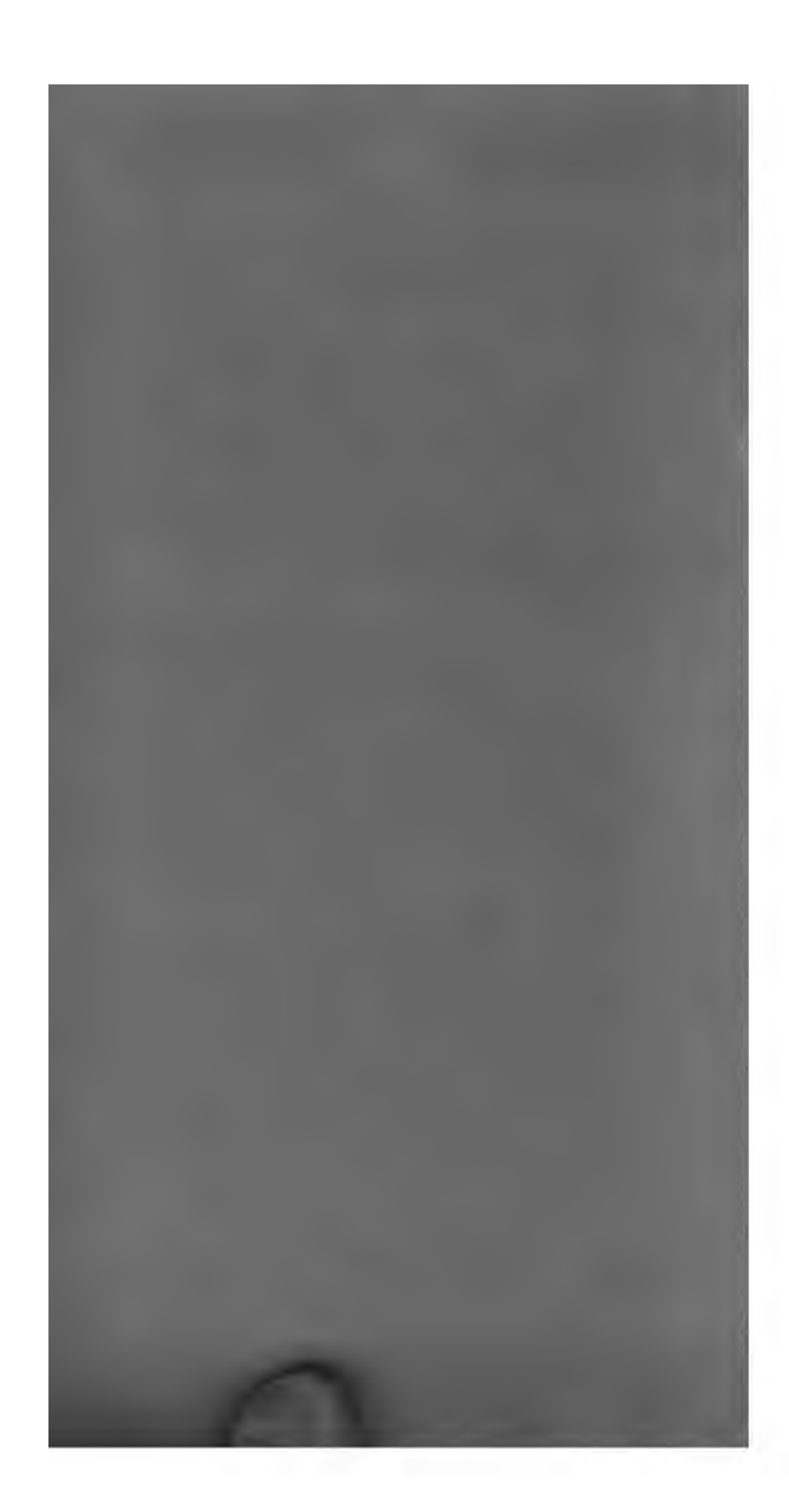
À propos du service Google Recherche de Livres

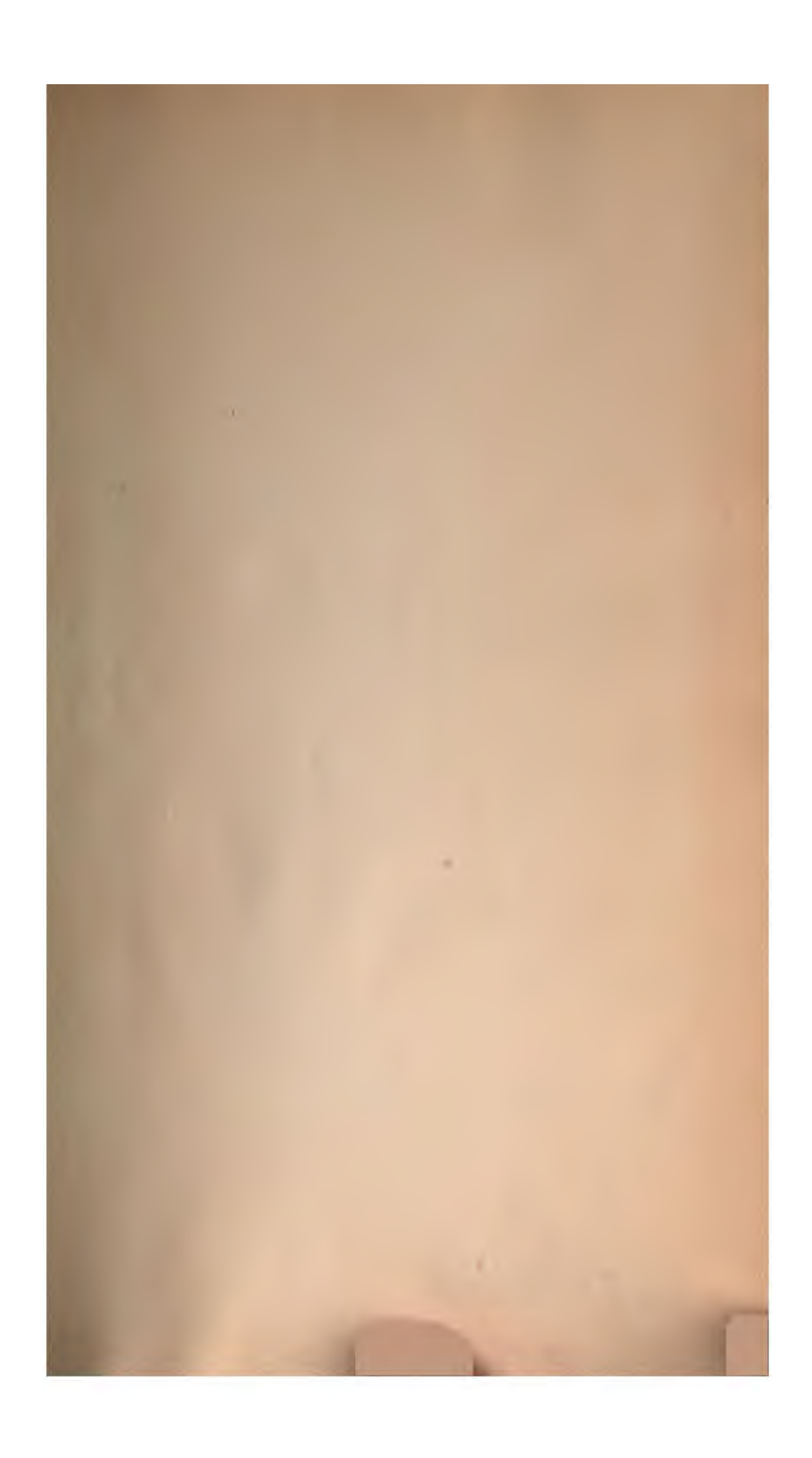
En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

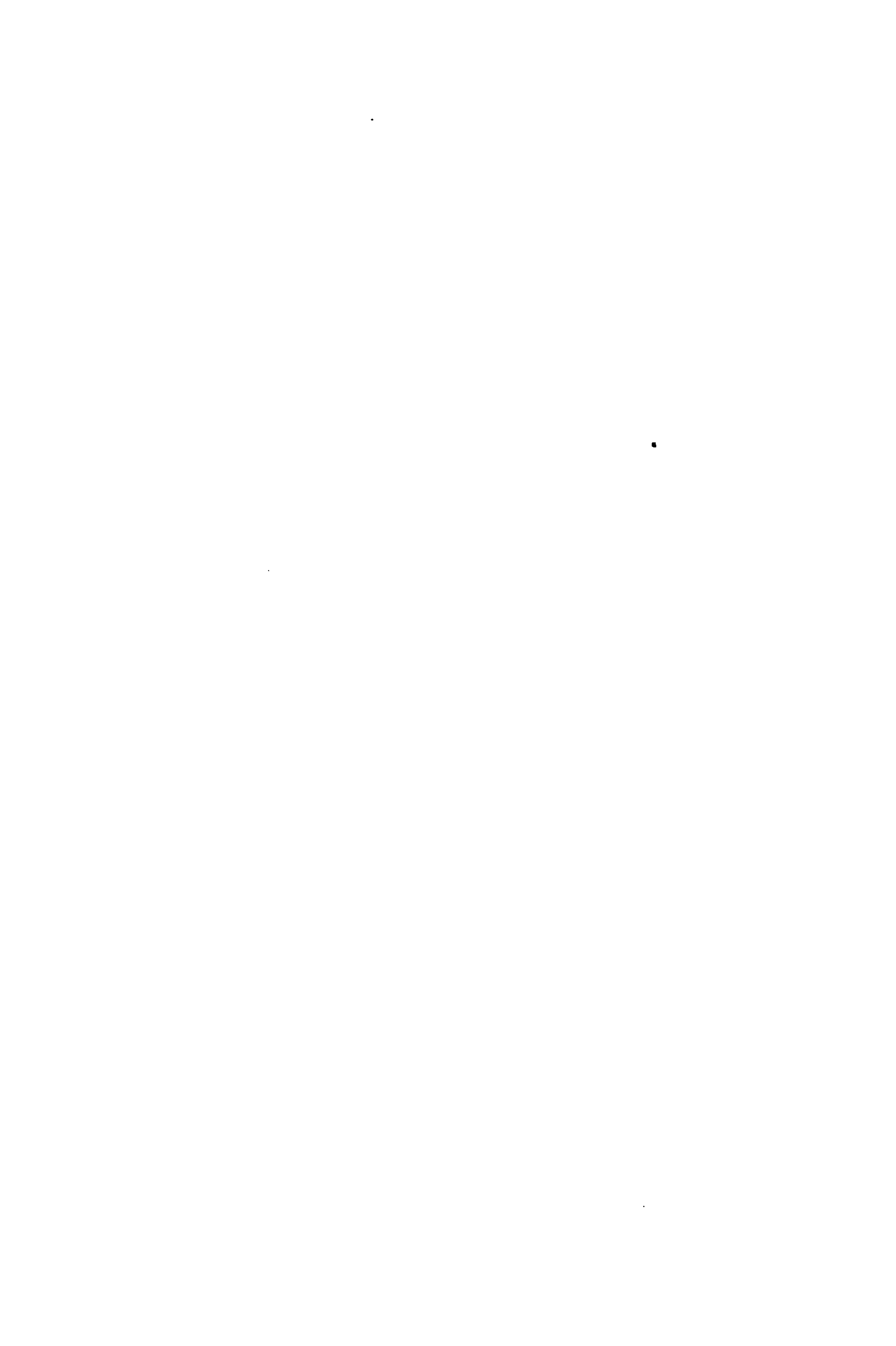
3 3433 06274494 5













BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

TOME XIV.

LISTE

DE MM. LES COLLABORATEURS

DE LA Ire SECTION

DU BULLETIN UNIVERSEL DES SCIENCES

ET DE L'INDUSTRIE (1).

Rédacteur principal : M. Saigey.

Mathématiques. — *Collaborateurs :* MM. Ampère, Billy, Cauchy, Cournot, Duhamel, Baron Ch. Dupin, Hachette, Lacroix, Navier, Olivier (Théodore), Poinsot, Baron Poisson, Baron de Prony, Sturm, Terquem, Vincent.

Astronomie. — *Collaborateurs :* MM. Bouvard, Baron Damoiseau, Francœur, De Freycinet, Mathieu, Nicollet.

Physique. — *Collaborateurs :* MM. Ampère, Becquerel, Dulong, De Montferrand, Baron Poisson, Pouillet, Roulin.

Chimie. — *Collaborateurs :* MM. D'Arcet, Becquerel, De Berthier, Chevallier, Chevillot, Dessaignes, Donné, Dulong, Dunglas, Charles de Filières, Kuhn, E. Laugier, Péclet, Perdonnet, Baron Thénard.

(1) Ce Recueil, composé de huit sections, auxquelles on peut s'abonner séparément, fait suite au *Bulletin général et universel des annonces et des nouvelles scientifiques*, qui forme la première année de ce journal. Le prix de cette première année (1823) est de 40 fr. pour 4 vol. in-8°, ou 12 cahiers, composés de 10 feuilles d'impression chacun.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

PHYSIQUES ET CHIMIQUES,

RÉDIGÉ PAR M. SAIGEY.

I[re] SECTION DU BULLETIN UNIVERSEL,

PUBLIÉ

PAR LA SOCIÉTÉ

POUR LA

PROPAGATION DES CONNAISSANCES

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES,

ET SOUS LA DIRECTION

DE M. LE BARON DE FÉRUSSAC.

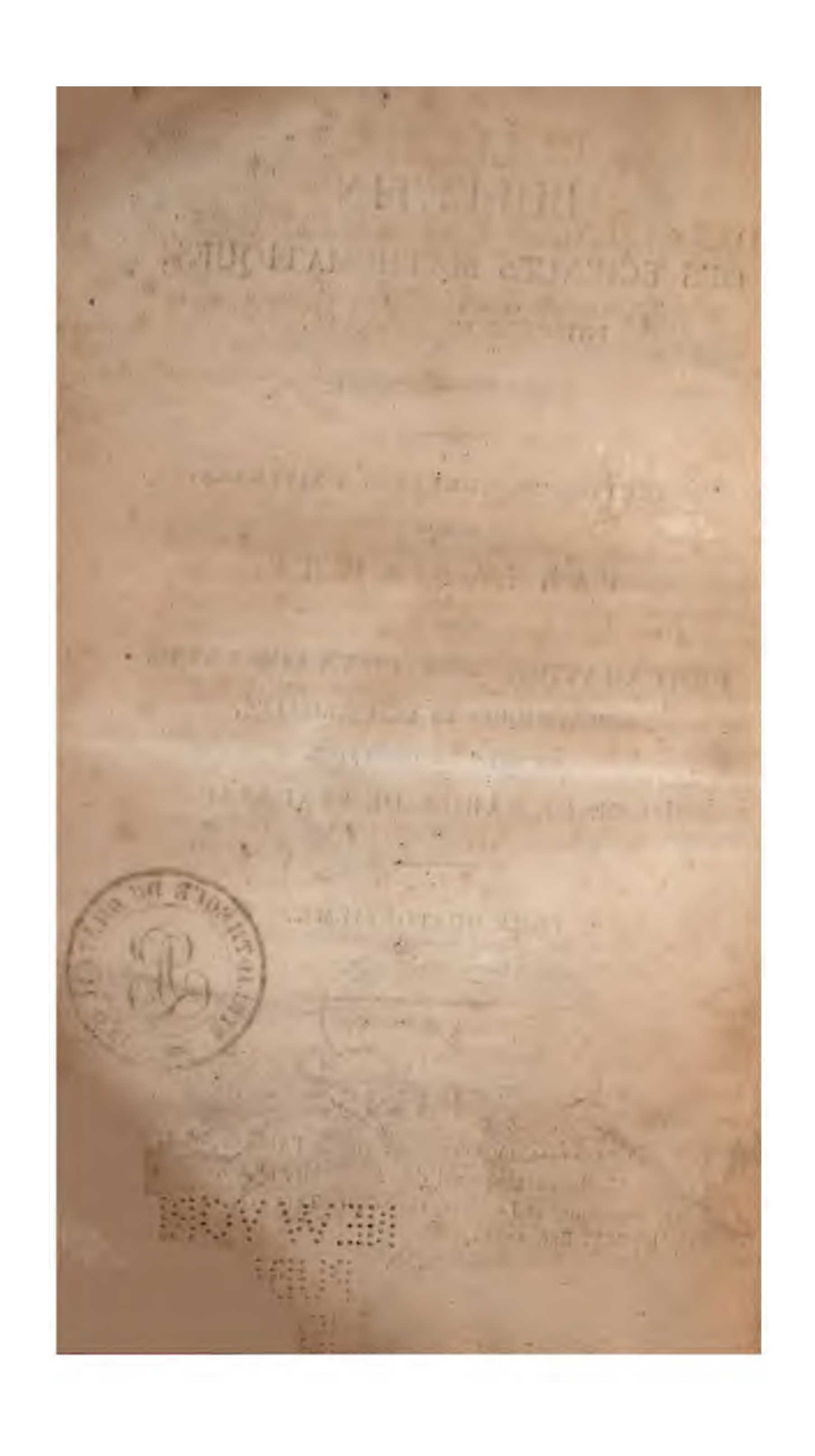
TOME QUATORZIÈME.



A PARIS,

Au Bureau central du Bulletin, rue de l'Abbaye, n° 3,
Et chez M. Bachelier, quai des Augustins, n° 55.
Paris, Strasbourg et Londres, chez MM. Treuttel et Wurtz.
Leipzig, MM. Brockhaus.

1830.



BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

MATHÉMATIQUES.

1. Extrait d'un Mémoire d'analyse; par M. Libri.

1. Les équations trouvées par Fagnani, et dont les racines servent à la division en parties égales de l'arc de la Lemniscate, ont cette propriété, qu'une de leurs racines pourra toujours s'exprimer par une autre de ces racines.

2. Soit $X_n = 0$, une équation algébrique du degré n dont les racines soient $r_1, r_2, r_3, \ldots. r_n$, et supposons qu'elle n'ait pas de facteurs rationnels; si l'on a $r_2 = \varphi(r_1)$, $r_3 = \varphi(r_2)$, ... $r_n = \varphi(r_{n-1})$, (en indiquant par $\varphi(r_1)$ une fonction rationnelle de r_1) on pourra trouver toutes les racines de l'équation $X_n = 0$, par la même méthode que Lagrange a employée pour résoudre l'équation $x^n - 1 = 0$; de manière que si $n = 2^p$, les valeurs des racines $r_1, r_2, \ldots. r_n$, pourront être construites par la règle et le compas.

3. Si l'on avait l'équation $X_n = 0$, du degré $n = mp$, et que ses racines $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_m; \beta_1, \beta_2, \ldots \beta_m; \ldots; \delta_1, \delta_2, \ldots \delta_m$, fussent liées entre elles par les équations $\alpha_2 = \varphi(\alpha_1), \alpha_3 = \varphi(\alpha_2)$, ...; $\beta_2 = \varphi(\beta_1)$, $\beta_3 = \varphi(\beta_2)$, ... etc., mais qu'en même temps l'on n'eût jamais une équation de la même forme entre les racines $\alpha_1, \beta_1, \ldots. \delta_1$, l'équation $X_n = 0$, pourrait être résolue complètement à l'aide d'une équation du degré p. A cet effet on cherchera une transformée de l'équation $X_n = 0$, telle que les racines de cette transformée (que nous appellerons $X_1 = 0$) soient la somme des racines de $X_n = 0$, prises m à-la-fois. Puis l'on cherchera une autre transformée $X_2 = 0$ telle que si l'on fait $\varphi(y) + \varphi(\varphi(y)) \ldots. + \varphi(\varphi(\varphi \ldots. (y))$

$= F(y)$, les racines de l'équation $X_2 = 0$ soient toutes des fonctions F des racines de l'équation $X_n = 0$: les deux équations $X_2 = 0$, $X_1 = 0$, auront pour facteur commun l'équation $\Delta = 0$, qui sera du degré p, et dont les racines feront connaître les racines de l'équation $X_n = 0$.

5. Soit $x = r$, une des racines de l'équation $X = 0$; si le polynome X est divisible par $x - \varphi(r)$, ($\varphi(r)$ étant une fonction rationnelle de r) il est clair, d'après ce qui précède, que l'on pourra toujours réduire la résolution de l'équation $X = 0$, à la résolution d'autres équations de degrés inférieurs. Maintenant une semblable réduction aurait lieu si l'équatiou $X = 0$ qui a pour racine $x = r$, était divisible par le polynome $x^m + \varphi_1(r)\, x^{m-1} + \varphi_2(r)\, x^{m-2} \ldots\ldots + \varphi_m(r)$, dans lequel $\varphi_1(r)$, $\varphi_2(r)$, ... $\varphi_m(r)$, sont des fonctions rationnelles de $\varphi_m(r)$. Et il faut observer que l'on déduit de là la manière d'appliquer notre théorie aux équations dont les racines sont liées entr'elles par des équations qui contiennent des fonctions irrationnelles de ces racines.

6. On parvient à des résultats analogues en formant une transformée qui ait pour racines une fonction rationnelle donnée des racines de l'équation proposée, et en cherchant les facteurs rationnels de tous les degrés de cette transformée.

7. On peut toujours déterminer *à priori* quelles sont les équations résolubles par les méthodes précédentes : et cette détermination dépend d'un problème d'analyse indéterminée.

8. Les mêmes principes peuvent s'appliquer aux équations indéterminées dont les diverses racines sont des fonctions rationnelles l'une de l'autre.

9. Les intégrales particulières des équations différentielles linéaires offrent beaucoup de rapport avec les racines algébriques des équations. Cette liaison se montre même dans la manière de la déterminer. Car si deux intégrales particulières d'une même équation différentielle sont liées entr'elles par une équation quelconque, on pourra toujours réduire l'équation différentielle proposée à d'autres équations différentielles d'ordre inférieur. Paris, le 10 sept. 1830. GUILLAUME LIBRI.

2. NOTE SUR LA VARIATION DES CONSTANTES ARBITRAIRES DANS LES PROBLÈMES DE MÉCANIQUE; par M. OSTROGRADSKY. (*Mém.*

de l'Acad. des sciences de Saint-Pétersbourg; 6e série, T. Ier, 1re livr., 1830.)

M. Ostrogradsky considère un système de points liés entr'eux d'une manière quelconque et sollicités au mouvement par des forces accélératrices de telle nature que la somme des produits de chaque force par l'élément de la direction, forme une différentielle exacte. Soient dV cette différentielle, T la demi-somme des forces vives du système, x, y, z, x'... les coordonnées quelconques des différens points du même système et δx, δy, δz, $\delta x'$,.. les vitesses virtuelles. On aura cette équation bien connue

$$d\left[\frac{\delta T}{\delta dx}\delta x+\frac{\delta T}{\delta dy}\delta y+\frac{\delta T}{\delta dz}\delta z+\frac{\delta T}{\delta dx'}\delta x'+\ldots\right]=\delta T+\delta V$$

Si l'on remplace le système de vitesses virtuelles δx, δy, δz, $\delta x'$,.. par un autre système Δx, Δy, Δz, $\Delta x'$,.., on aura

$$d\left[\frac{\Delta T}{\Delta dx}\Delta x+\frac{\Delta T}{\Delta dy}\Delta y+\frac{\Delta T}{\Delta dz}\Delta z+\frac{\Delta T}{\Delta dx'}\Delta x'+\ldots\right]=\Delta T+\Delta V$$

En différentiant l'avant-dernière équation avec δ, la dernière avec Δ, et retranchant le premier résultat du second, on trouvera

$$o=d\left[\Delta\frac{\delta T}{\delta dx}\delta x-\delta\frac{\Delta T}{\Delta dx}\Delta x+\Delta\frac{\delta T}{\delta dy}\delta y-\delta\frac{\Delta T}{\Delta \delta y}\Delta y+\ldots\right]$$

C'est l'équation fondamentale de la théorie des constantes arbitraires dans les questions de mécanique. La démonstration précédente est très-simple et en même temps très générale, car elle est indépendante de la nature du système qui peut être libre ou assujetti à des équations de condition.

Supposons maintenant que le système des points restant le même, on y applique de nouvelles forces dont δU soit la somme de momens virtuels; δU peut ne pas représenter une fonction exacte de x, y, z, x',..

On aura pour déterminer le mouvement qui résulte du nouveau système de forces

$$\left(d\frac{\delta T}{\delta dx}-\frac{\delta T}{\delta x}\right)\delta x+\left(d\frac{\delta T}{\delta dy}-\frac{\delta T}{\delta y}\right)\delta y+\ldots=\delta V\delta U$$

δx, δy, δz, $\delta x'$,.. restant les mêmes que dans le cas où $\delta U=o$.

Supposons, ce qui est permis, que x, y, z, x',.. soient fonctions du temps t et des quantités variables a, b, c,..; de plus,

admettons qu'en considérant a, b, c,.. comme constantes, on satisfait de la manière la plus générale à l'équation

$$(a) \quad \left(d\frac{\delta T}{\delta dx} - \frac{\delta T}{\delta x}\right)\delta x + \left(d\frac{\delta T}{\delta dy} - \frac{\delta T}{\delta y}\right)\delta y + \ldots = \delta V$$

et aux équations de condition données par la nature du système, en sorte que a, b, c,.. soient les constantes arbitraires, que l'intégration de l'équation (a) doit introduire dans x, y, z, x', ..

En considérant les quantités a, b, c,.. comme variables, supposons que la caractéristique Δ représente l'accroissement d'une fonction de a, b, c,.. due aux variations simultanées da; db, dc,.. de toutes les quantités a, b, c,..; le nombre des quantités a, b, c,.. est double de celui des quantités x, y, z, x',.., moins deux fois le nombre des équations de condition, et l'on a à satisfaire à un nombre d'équations égal à celui des variables x, y, z, x'.., moins le nombre d'équations de condition; on peut donc disposer d'autant de quantités a, b, c,.. qu'il y a de coordonnés x, y, z, x',.., moins le nombre d'équations de condition. On peut, par exemple, égaler à zéro autant de quantités Δx, Δy, Δz,.. qu'il y en a, moins le nombre d'équations de condition; mais alors toutes les quantités Δx, Δy, Δz,.. qu'on n'a pas égalées à zéro, seront nulles d'elles-mêmes; en vertu des équations de condition; on pourra donc supposer

$$\Delta x = 0 \quad \Delta y = 0 \quad \Delta z = 0 \ldots$$

Cela posé, si l'on substitue les valeurs de x, y, z, x',.. en a, b, c,.. et t dans l'équation

$$\left(d\frac{\delta T}{\delta dx} - \frac{\delta T}{\delta x}\right)\delta x + \left(d\frac{\delta T}{\delta dy} - \frac{\delta T}{\delta y}\right)\delta y + \ldots = \delta V + \delta U$$

on obtiendra la suivante

$$\Delta\frac{\delta T}{\delta dx}\delta x + \Delta\frac{\delta T}{\delta dy}\delta y + \ldots = \delta U$$

laquelle, telle qu'elle est, ou bien écrite de la manière suivante:

$$\Delta\frac{\delta T}{\delta dx}\delta x - \delta\frac{\Delta T}{\delta dx}\Delta x + \Delta\frac{\delta T}{\delta dy}\delta y - \delta\frac{\Delta T}{\delta dy}\Delta y + \ldots = \delta U$$

donnera sur le champ les différences partielles $\frac{dU}{da}$, $\frac{dU}{db}$ ... en fonctions linéaires de da, db, dc,.. et les coëfficiens de ces dernières différentielles seront indépendans du temps. On aura, par exemple, en supposant, ce qui est permis, que δ soit relative à la quantité a,

$$\frac{dU}{da}=\Delta\frac{\delta T}{\delta dx}\frac{dx}{da}-\Delta x\frac{d\frac{\Delta T}{\delta dx}}{da}+\Delta\frac{\delta T}{\delta dy}\frac{dy}{da}-\frac{d\frac{\Delta T}{\delta dy}}{da}\Delta y+\ldots$$

On aura autant d'équations pareilles à la précédente qu'il y a de quantités $a, b, c, \ldots$ Ces équations demandent ensuite qu'on détermine les quantités $\frac{da}{dt}, \frac{db}{dt}, \frac{dc}{dt} \ldots$ par la résolution des équations linéaires.

Il existe des constantes dont les différentielles peuvent être immédiatement déterminées ; ce sont toutes celles introduites par l'intégration immédiate de l'équation

$$\left(d\frac{\delta T}{\delta dx}-\frac{\delta T}{\delta x}\right)\delta x+d\left(\frac{\delta T}{\delta dy}-\frac{\delta T}{\delta y}\right)\delta y+\ldots-\delta V=0$$

ou supposant qu'on a attribué aux vitesses virtuelles $\delta x, \delta y, \ldots$ des valeurs propres à la rendre différentielle exacte.

Désignons par K la constante égale à l'intégrale de la différentielle exacte

$$(b) \qquad \left(d\frac{\delta T}{\delta dx}-\frac{\delta T}{\delta x}\right)\delta x+\ldots-\delta V=0,$$

on aura en faisant tout varier

$$dK=\Delta\frac{\delta T}{\delta dx}\delta x+\Delta\frac{\delta T}{\delta dy}\delta y+\ldots;$$

or on a trouvé, quelles que soient les vitesses virtuelles $\delta x, \delta y, \delta z, \delta x', \ldots$

$$\Delta\frac{\delta T}{\delta dx}\delta x+\Delta\frac{\delta T}{\delta dy}\delta y+\ldots=\delta U$$

Donc $dK=\delta U$ (c), pourvu que dans le second membre de cette équation on emploie les mêmes $\delta x, \delta y, \delta z, \delta x' \ldots$ que dans la différentielle exacte (b).

M. Ostrogradsky observe qu'on peut toujours supposer que la caractéristique δ soit relative aux constantes $a, b, c, .$ contenues dans $x, y, z, x' \ldots$, en sorte que, quelles que soient $\delta x, \delta y, \delta z, \delta x' \ldots$ on peut toujours supposer que ces différentielles viennent d'une variation $\delta a, \delta b, \delta c$ des quantités $a, b, c, \ldots$ Ainsi, en supposant que pour obtenir la différentielle exacte (b) il faut rapporter δ à la quantité a, alors δ dans le second membre de l'équation $dK=\delta U$, ne doit se rapporter qu'à la quantité a, ce qui donnera

$$dK=\frac{dU}{da}.$$

3. Sur la Réfraction et la Réflexion de la lumière; par A. L. Cauchy.

Concevons deux milieux élastiques séparés par le plan des yz, et dans l'un desquels se propagent des ondes élémentaires dont les plans soient parallèles à l'axe des z. L'existence de ces ondes que nous nommerons incidentes entraînera la coexistence 1° d'un 2e système d'ondes propagées dans le 1er milieu, et que l'on nomme réfléchies, 2° d'un 3e système d'ondes propagées dans le 2e milieu et que l'on nomme réfractées. Car en faisant abstraction de ces ondes réfléchies et réfractées, on ne pourrait satisfaire aux conditions que nous allons indiquer et qui sont relatives à la surface de séparation.

Soient ξ, η, ζ les déplacemens de la molécule qui coïncide au bout du temps t avec le point (x, y, z), ces déplacemens étant mesurés parallèlement aux axes et s la vitesse de propagation, dans le 1er milieu, d'une onde incidente comprise dans un plan parallèle à celui qui a pour équation

$$x \cos.\lambda + y \sin.\lambda = 0.$$

Les valeurs de ξ, η, ζ, pour un point renfermé dans cette onde incidente, seront de la forme

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} \xi = \sin.\lambda\, \varphi\,(x \cos.\lambda + y \sin.\lambda - st), \\ \eta = -\cos.\lambda\, \varphi\,(x \cos.\lambda + y \sin.\lambda - st), \\ \zeta = \Phi\,(x \cos.\lambda + y \sin.\lambda - st), \end{array} \right.$$

les déplacemens des molécules étant supposés parallèles au plan de l'onde. Par suite les vitesses $\frac{d\xi}{dt}, \frac{d\eta}{dt}, \frac{d\zeta}{dt}$ ainsi que les pressions A, B, C, D, E, F, seront des fonctions de la seule quantité variable $x \cos.\lambda + y \sin.\lambda - st$, et dans le voisinage de la surface de séparation des 2 milieux, les valeurs de ces pressions ou de ces vitesses deviendront des fonctions de $y \sin \lambda - st$. Si l'on considère deux systèmes d'ondes simultanément propagées dans le 1er milieu, et un système d'ondes propagées dans le second; si d'ailleurs on suppose que l'élasticité de chaque milieu reste la même en tous sens, les éq. (1) devront être remplacées, pour le premier milieu, par les formules

$$(2)\begin{cases}\xi = \sin.\lambda\varphi(x\cos.\lambda + y\sin.\lambda - st) + \sin.\lambda_1\chi(x\cos.\lambda_1 + y\sin.\lambda_1 - st),\\ \eta = -\cos.\lambda\varphi(x\cos.\lambda + y\sin.\lambda - st) - \cos.\lambda_1\chi(x\cos.\lambda_1 + y\sin.\lambda_1 - st)\\ \zeta = \Phi(x\cos.\lambda + y\sin.\lambda - st) + X(x\cos.\lambda_1 + y\sin.\lambda_1 - st),\end{cases}$$

et pour le second milieu, par les formules

$$(3)\begin{cases}\xi = \sin.\lambda'\varpi(x\cos.\lambda' + y\sin.\lambda' - s't),\\ \eta = -\cos.\lambda'\varpi(x\cos\lambda' + y\sin.\lambda' - s't),\\ \zeta = \Pi(x\cos.\lambda' + y\sin.\lambda' - s't)\end{cases}$$

ou, ce qui revient au même, par les suivantes:

$$(4)\begin{cases}\xi = \sin.\lambda'\Psi\left[\frac{s}{s'}(x\cos.\lambda' + y\sin.\lambda' - s't)\right]\\ \eta = -\cos.\lambda'\Psi\left[\frac{s}{s'}(x\cos.\lambda' + y\sin.\lambda' - s't)\right]\\ \zeta = \Psi\left[\frac{s}{s'}(x\cos.\lambda' + y\sin.\lambda' - s't)\right].\end{cases}$$

Cela posé les valeurs de

$$(5)\qquad \frac{d\xi}{dt}, \frac{d\eta}{dt}, \frac{d\zeta}{dt}, A, B, C, D, E, F,$$

correspondantes à des points très-voisins du plan des yz deviendront, pour le 1[er] milieu, fonctions des seules quantités

$$(6)\qquad y\sin.\lambda - st, y\sin.\lambda_1 - st;$$

et pour le 2[d] milieu, fonctions des seules quantités

$$(7)\qquad \frac{s}{s'}y\sin.\lambda' - st.$$

Or pour obtenir les conditions relatives à la surface de séparation, il suffit d'écrire que les valeurs dont il s'agit, ou du moins quelques-unes d'entre elles, restent les mêmes dans le passage d'un milieu à l'autre, et dès lors ces conditions ne peuvent être remplies à moins que l'on n'ait

$$y\sin.\lambda - st = y\sin.\lambda_1 - st = \frac{s}{s'}y\sin.\lambda' - st,$$

quelles que soient y et t ; et par suite

$$(8)\qquad \sin.\lambda = \sin.\lambda_1 = \frac{s}{s'}\sin.\lambda'.$$

Or, en observant que pour $s' = s$, on devrait avoir non-seulement $\sin.\lambda' = \sin.\lambda$, mais encore $\cos.\lambda' = \cos.\lambda$, on tirera de la formule (8)

$$(9)\qquad \sin.\lambda_1 = \sin.\lambda, \quad \cos.\lambda_1 = -\cos.\lambda,$$

$$(10)\qquad \sin.\lambda' = \frac{s'}{s}\sin.\lambda, \quad \cos.\lambda' = \left(1 - \frac{s'^2}{s^2}\sin.^2\lambda\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Donc l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion, tan-

dis que les sinus des angles d'incidence et de réfraction sont entr'eux comme les vitesses de propagation de la lumière dans les deux milieux. De plus, on reconnaîtra sans peine que, dans le cas où la lumière incidente est polarisée perpendiculairement à l'axe des z, les valeurs de la vitesse $\frac{d\xi}{dt}$ et de la pression A relatives à la surface de séparation doivent être les mêmes pour les deux milieux, et l'on obtiendra ainsi des formules qui s'accordent avec la loi de M. Brewster sur l'angle de polarisation complète, si l'on suppose que la densité de l'éther reste la même dans les deux milieux. Cette hypothèse étant admise, les fonctions $\chi'(x)$, $\psi'(x)$ se trouveront liées à la fonction $\varphi'(x)$ par les formules

$$(11)\quad \frac{\chi'(x)}{\varphi'(x)}=\frac{sin.2\lambda-sin.2\lambda'}{sin.2\lambda+sin.2\lambda'},\ \frac{\psi'(x)}{\varphi'(x)}=\frac{sin.\lambda}{sin.\lambda'}\,\frac{2\,sin.2\lambda}{sin.2\lambda+sin.2\lambda'}.$$

Enfin comme, dans le cas où la lumière se trouverait polarisée parallèlement à l'axe des z, ce seraient évidemment les composantes D, E de la pression totale $\sqrt{C^2+D^2+E^2}$ supportée près de la surface de séparation par un plan perpendiculaire à l'axe des z, qui devraient conserver les mêmes valeurs pour les deux milieux élastiques, il en résulte que les fonctions $X'(x)$, $\Psi'(x)$ seront liées à la fonction $\Phi'(x)$ par les formules

$$(12)\quad \frac{X'(x)}{\Phi'(x)}=\frac{sin.(\lambda'-\lambda)}{sin.(\lambda'+\lambda)},\ \frac{\Psi'(x)}{\Phi'(x)}=\frac{sin.\lambda}{sin.\lambda'}\,\frac{sin.2\lambda}{sin.(\lambda'+\lambda)}.$$

La 1re des form. (11) et la 1re des form. (12) coïncident avec celles que Fresnel a données dans le n° 17 des Annales de physique et de chimie. Les form. (11) et (12) doivent être réunies, lorsque la lumière incidente n'est polarisée ni parallèlement à l'axe des z, ni perpendiculairemnt à cet axe. Ces formules montrent que la lumière réfléchie est polarisée toute entière dans le plan de réflexion, quand le rayon réfléchi est perpendiculaire au rayon réfracté, et s'accordent avec toutes les observations des physiciens sur la réflexion ou la réfraction de la lumière. Il suit des mêmes formules que les carrés des vitesses des molécules lumineuses dans les ondes incidentes, réfléchie et réfractée, sont proportionnels aux trois quantités $1, \Theta, \Theta'$, ces quantités $1, \Theta, \Theta'$ étant déterminées, 1° quand la lumière incidente est polarisée perpendiculairement à l'axe des z, par les équations

$$(13)\quad \Theta=\left(\frac{sin.2\lambda-sin.2\lambda'}{sin.2\lambda+sin.2\lambda'}\right)^2,\ \Theta'=\left(\frac{sin.\lambda}{sin.\lambda'}\right)^2\left(\frac{2\,sin.2\lambda}{sin.2\lambda+sin.2\lambda'}\right)^2,$$

2° quand la lumière est polarisée parallèlement à l'axe des z, par les deux suivantes

$$(14)\quad \Theta=\left(\frac{\sin.(\lambda'-\lambda)}{\sin.(\lambda'+\lambda)}\right)^2,\ \Theta'=\left(\frac{\sin.\lambda}{\sin\lambda'}\right)^2\left(\frac{\sin.2\lambda}{\sin.(\lambda'+\lambda)}\right)^2.$$

Si l'on nomme Θ'' ce que devient Θ' quand on échange entr'eux les angles λ, λ', on tirera des formules (13) ou des form. (14)

$$(15)\qquad \Theta'\,\Theta''=(1-\Theta)^2.$$

D'ailleurs, si le 2e milieu est terminé par deux faces parallèles, dont l'une coïncide avec le plan des yz, et si l'on représente par 1 l'intensité de la lumière incidente, Θ sera l'intensité de la lumière réfléchie par la 1re surface, tandis que les quantités de lumière qui s'échapperont du 2e milieu après deux réfractions, dont la seconde pourra s'opérer à la suite d'une ou de plusieurs réflexions consécutives, seront respectivement exprimées par les produits $\Theta'\,\Theta''$, $\Theta\,\Theta'\,\Theta''$, $\Theta^2\,\Theta'\,\Theta''$, etc., dont la somme, en vertu de la formule (15), sera :

$$(16)\quad \Theta'\Theta''(1+\Theta+\Theta^2+\ldots)=(1-\Theta)^2(1+\Theta+\Theta^2\ldots)=1-\Theta.$$

En ajoutant à cette dernière expression la quantité de lumière réfléchie par la première surface, on obtiendra pour somme l'unité. Donc la lumière polarisée perpendiculairement ou parallèlement à l'axe des z, n'éprouvera aucune diminution résultant de son passage à travers le second milieu. Cette proposition se trouve d'accord avec l'expérience, et s'étend évidemment au cas où les vitesses initiales des molécules ont des directions quelconques, attendu que dans ce dernier cas, la vitesse d'une molécule a pour carré la somme des carrés de ses deux composantes, parallèle et perpendiculaire à l'axe des z.

Note sur la dispersion de la lumière.

Supposons qu'une onde lumineuse comprise dans un plan parallèle au plan des zx se propage dans un milieu élastique; admettons de plus qu'on prenne pour axe des x une droite parallèle aux déplacemens des molécules, en sorte qu'on ait $\eta=0$, $\zeta=0$; d'ailleurs ξ ne sera fonction que de y et t; en conséquence, si l'on pousse l'approximation jusqu'aux dérivées du 4e ordre, on obtiendra pour déterminer ξ l'équation différentielle

$$(1)\qquad \frac{d^2\xi}{dt^2}=\mathrm{R}\frac{d^2\xi}{dy^2}+\mathrm{R}'\frac{d^4\xi}{dy^4},$$

à laquelle on satisfait en prenant, par exemple,

(2) $\xi = K\,sin.[k(y+\Omega t)]$, pourvu que l'on ait :

(3) $\Omega^2 = R - R'k^2 = s^2(1-\Theta k^2)$, en posant $R = s^2, R' = \Theta R = \Theta s^2$.

Si l'on désigne par l la longueur d'une ondulation, c'est-à-dire la distance, mesurée suivant l'axe des y, de deux molécules pour lesquelles au même instant t, ξ et $\frac{d\xi}{dt}$ sont les mêmes, on aura

(4) $$l = \frac{2\pi}{k}.$$

De même en désignant par T le temps d'une oscillation, c'est-à-dire le temps nécessaire pour que les valeurs de ξ et $\frac{d\xi}{dt}$ correspondantes à une même molécule deviennent les mêmes ; T sera déterminé par l'équation :

(5) $$\Omega T = \frac{2\pi}{k} = l,$$

c'est de cette valeur T que dépend la nature d'une couleur.

Les formules (3) et (5) renferment toute la théorie de la dispersion. Ajoutons que de ces formules, jointes à celles de la réfraction et de la réflexion, on conclut immédiatement que, dans la réfraction ou la réflexion, la couleur reste ce qu'elle était d'abord, le coëfficient de t ne changeant point. Au reste, on peut encore intégrer généralement les équations que j'ai données dans les *Exercices de mathématiques* pour représenter le mouvement d'un système de molécules sollicitées par des forces d'attraction et de répulsion mutuelle, savoir :

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = S.\left\{\pm m\frac{f(r)}{r}\Delta\xi\right\} + S.\left\{mf(r).\iota\,cos.\alpha\right\}$$
$$\frac{d^2\eta}{dt^2} = S.\left\{\pm m\frac{f(r)}{r}\Delta\eta\right\} + S.\left\{mf(r).\iota\,cos.\beta\right\}$$
$$\frac{d^2\zeta}{dt^2} = S.\left\{\pm m\frac{f(r)}{r}\Delta\zeta\right\} + S.\left\{mf(r).\iota\,cos.\gamma\right\}.$$

la valeur de ι étant

$$\iota = \frac{1}{r}\left(cos.\alpha\,.\,\Delta\xi + cos.\beta.\,\Delta\eta + cos.\gamma\,.\,\Delta\zeta.\right).$$

On arrive ainsi d'une manière plus générale et plus simple à la polarisation et à la dispersion de la lumière. C'est ce que j'ai montré, au Collége de France, dans mes leçons des 19 et 22 juin 1830, et ce que j'expliquerai plus en détail dans un nouvel article.

4. ANNALES DE MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES; par M. GERGONNE. T. XXI, n° 3, septembre 1830.

On a pu, dans le *Bulletin* de novembre 1829 (p. 380), prendre une idée de la méthode générale d'intégration proposée par M. Le Barbier, laquelle consiste, en supposant que $\int X\,dx$ soit l'intégrale à assigner, à chercher $\frac{d^mX}{dx^m}$, et à supposer ensuite $m = -1$. L'auteur revient de nouveau sur cette méthode, dans la livraison que nous annonçons, où il s'occupe tour à tour des formules

$$\int^m \left\{(x+a)(x+b)\right\}^r dx, \quad \int c^{-\frac{1}{x}} dx, \quad \int c^{t^2} dx;$$

son mémoire n'étant point susceptible d'analyse, nous nous bornerons à cette simple indication.

La perpendiculaire abaissée de l'un quelconque des points d'une demi-circonférence sur son diamètre étant moyenne par quotiens entre les deux segmens de ce diamètre, qui ont, au contraire, le rayon pour moyenne par différences; il s'ensuit que la moyenne par quotiens entre deux grandeurs inégales est constamment moindre que leur moyenne par différences, et d'autant moindre par rapport à elle que ces grandeurs sont plus inégales. Il est d'ailleurs bien connu que, tant que la différence entre deux nombres entiers a moins de la moitié des chiffres du plus petit, l'excès de la moyenne par différences entre ces nombres sur leur moyenne par quotiens tombe au-dessous d'une demi-unité; mais ce qui paraît n'avoir pas été remarqué jusqu'ici, et ce que démontre M. Gergonne, dans un second article de la livraison, c'est que cet excès n'est pas même d'un huitième d'unité. Il en conclut que, si deux nombres décimaux ont le même nombre de figures décimales, et que, considérés comme entiers, ils tombent dans le cas dont il vient d'être question, l'excès de leur demi-somme sur la racine carrée de leur produit sera moindre que le huitième d'une unité décimale du dernier ordre. Il en conclut encore que, si un nombre en partie entier et en partie décimal n'a que l'unité pour sa partie entière, et qu'entre la virgule et le premier chiffre décimal significatif, il se trouve au moins autant de

zéros qu'il y a de chiffres décimaux significatifs, on obtiendra la racine carrée d'un tel nombre, à moins d'un huitième d'unité décimale du dernier ordre, en écrivant seulement à la droite de l'unité la moitié de sa partie décimale.

Dans un troisième article M. S. G. s'occupe d'abord de la recherche du plus grand quadrilatère qu'il soit possible de former avec les trois mêmes côtés consécutifs, en variant la grandeur des angles compris. Il trouve d'abord qu'il faut pour cela que les projections des deux côtés extrêmes sur la direction du côté intermédiaire soient de même longueur, mais tournées en sens inverse. Il prouve ensuite que le quadrilatère demandé doit être inscriptible au cercle, ce qu'on savait déjà. Finalement, le problème est du troisième degré, et peut être résolu par les fonctions circulaires; mais, si l'on suppose que les deux côtés extrêmes sont égaux, on trouve que les angles intermédiaires doivent l'être aussi, et alors le problème se rabaisse au second degré. M. Gergonne fait, dans une note, diverses applications de ce cas.

Lorsqu'un gouvernement établit une taxe sur un objet qui n'est point d'absolue nécessité, il ne doit point l'établir trop faible, car alors elle produirait peu de chose; ni trop forte, attendu qu'alors ou bien on réduirait l'usage de la chose taxée, ou bien on s'industrierait pour se la procurer en fraude des droits du fisc. Il y a donc ici un certain taux qui doit donner le plus grand produit possible. C'est ce taux que le même M. S. G. cherche à déduire de l'expérience, dans un article qui fait suite à celui dont il vient d'être question.

Lorsqu'un seul ouvrier, en tournant une manivelle adaptée à un mécanisme convenable, dévide à la fois plusieurs bobines, on conçoit que, si les fils n'étaient points sujets à se rompre, le travail exécuté par l'ouvrier, dans un temps donné, croîtrait avec le nombre des bobines; mais, comme à chaque rupture de fil, il faut que toutes les bobines s'arrêtent jusqu'à ce que l'accident soit réparé, et comme d'un autre côté les ruptures de fils doivent être d'autant plus fréquentes que le nombre des bobines est plus grand, on serait tenté de croire que ce nombre est susceptible d'une limite qui donne le plus grand produit. Le même géomètre, dans un troisième article, trouve qu'il n'en est pas ainsi, que le produit, dans un temps donné, croît avec le

uombre des bobines, mais de manière pourtant à ne pouvoir atteindre une certaine limite qu'il détermine.

Dans un dernier article M*** revient de nouveau sur la propriété dont jouit le produit des trois côtés de tout triangle rectangle en nombres, d'être toujours exactement divisible par *soixante*. Il complette la démonstration qu'on avait donnée de cette divisibilité dans une précédente livraison, et montre que Frénicle était en possession de tous les principes nécessaires pour l'établir.

Le même géomètre prouve ensuite que deux problèmes de géométrie résolus dans la précédente livraison se ramènent facilement à ce problème de l'*arithmétique universelle* de Newton : Étant données les longueurs de trois cordes d'un même cercle, qui embrassent à elles trois la demi-circonférence, trouver le rayon du cercle. Mais comme, bien qu'une sorte de superstition porte souvent les auteurs et les professeurs à recommander aux jeunes gens la lecture de l'*arithmétique universelle*, il s'en faut bien néanmoins que la plupart des problèmes traités dans cet ouvrage le soient par les méthodes larges et symétriques qu'on emploie généralement aujourd'hui; nous croyons qu'on ne sera pas fâché d'en rencontrer ici la solution que voici :

Soient a, b, c les trois cordes, et x, y, z les arcs qu'elles soutendent respectivement, on aura d'abord, en appelant r le rayon cherché,

$$\sin.\frac{1}{2}x=\frac{a}{2}, \quad \sin.\frac{1}{2}y=\frac{b}{2}, \quad \sin.\frac{1}{2}z=\frac{c}{2};$$

on aura, en outre

$$x+y+z=\pi r,$$

d'où on conclura facilement

$$r^3-(\sin.^2\tfrac{1}{2}x+\sin.^2\tfrac{1}{2}y+\sin.^2\tfrac{1}{2}z)r-2\sin.\tfrac{1}{2}x\sin.\tfrac{1}{2}y\sin.\tfrac{1}{2}z=0$$

d'où, en substituant et chassant le dénominateur,

$$4r^3-(a^2+b^2+c^2)r-abc=0;$$

qui est précisément l'équation de Newton.

ASTRONOMIE.

5. Observations astronomiques faites en 1822, 1823 et 1824, à l'observatoire de Prague, par MM. David et

BITTNER; et à Neustadt, par M. HALLASCHKA (*Verhandl. der k. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften*, nouvelle série, T. Ier, 1827.)

1° En 1822, opposition de Mars, le 18 février à 19 heures 32 minutes 42 secondes, temps moyen. Longitude vraie 5ˢ 0° 6′ 31″; latitude géocentrique 4° 27′ 13″; latitude héliocentrique environ 1° 48′ 38″.

Opposition d'Uranus le 27 juin 1822, à 5 h. 51′ 43″, temps moyen.

Opposition de Saturne le 30 octobre même année, à 6 h. 3′ 57″, temps moyen à Prague.

Opposition de Jupiter le 22 novembre à 19 h. 43′ 47″, temps moyen.

Il est question ensuite de la comète découverte par M. Pons, le 21 janvier 1821, à Marlia, près Lucques. On trouve partout ce qui concerne ce dernier astre.

On cite encore une 2ᵉ comète qui fut découverte le 13 juillet 1822, à Marlia, par M. Pons, ensuite à Marseille et à Paris; les observations sont du professeur Bittner.

Viennent ensuite les observations du professeur Hallaschka, à Neustadt, en 1822. Ce sont des occultations d'étoiles par la lune, des éclipses des satellites de Jupiter, ainsi que d'une comète en mai, juin et septembre 1822; le même astronome Hallaschka a déterminé la latitude et la longitude de Krummau; il évalue la première à 48° 48′ 50″, et la seconde à 11° 58′ 42″ Est de Paris.

2° Année 1823, l'astronome David a déterminé l'opposition d'Uranus, le 2 juillet à 9 heures 49′ 38″; opposition de Jupiter le 21 décembre à 1 heure 45′ 45″, temps moyen à Prague.

Dans la même année, Hallaschka a observé chez lui à Neustadt, occultations d'étoiles par la lune et éclipses des satellites de Jupiter.

3° Année 1824, opposition de Mars le 24 mars à 17 heures 23′ 53″, temps moyen à Prague.

Opposition d'Uranus le 6 juillet à 1 heure 9′ 14″.

Opposition de Saturne le 26 novembre à 3 heures 10′.

Nous avons déjà annoncé que les observations faites à Prague étaient de l'astronome David et de son adjoint Bittner.

6. **Précis historique de l'astronomie des Comètes**; par M. Bittner. (*Verhandl. d. k. bœhm. Gesellschaft d. Wissenschaften.* Nouvelle série, T. 1er, 1827.)

Dans les temps les plus reculés, on a fait mention d'astres qu'on nommait comètes à cause de leurs chevelures et de leurs queues lumineuses. Leur apparition rare et toujours subite, leur disparition non moins soudaine, leur cours irrégulier, les longues queues lumineuses qui se montraient sous des formes extraordinaires et souvent bizarres (la queue de la comète de 1680, s'étendait sur un tiers du ciel), tout dans ces astres effrayait l'imagination chez des peuples ignorans. Aussi regardait-t-on les comètes comme des signes de la colère céleste.

Les astronomes eux-mêmes ne regardaient pas les comètes comme des astres, mais comme des feux météoriques, qui apparaissaient de temps en temps dans notre atmosphère, entre la lune et la terre, et disparaissaient ensuite sans laisser de trace de leur présence. Les observations de Tychobrahé prouvaient au contraire que les comètes étaient plus éloignées de la terre que la lune, et que leur distance égalait presque celle des planètes. Les comètes ne pouvaient donc pas être des exhalaisons de notre atmosphère. Kepler ayant découvert les lois du mouvement des planètes autour du soleil, et les orbites des comètes embrassant cet astre, on en conclut que ces corps décrivaient des ellipses autour du soleil. Les grands géomètres calculèrent ces orbites dans cette hypothèse.

La comète de 1680 s'approcha du soleil 166 fois plus que la terre : elle dut éprouver une chaleur plusieurs milliers de fois plus grande que celle du fer rouge. La comète de Halley est périodique ; elle doit reparaître en 1834 ; celle de 1200 jours et qu'on nomme comète à courte période a déjà reparu. Celle que Biela a découverte en 1824 est attendue en 1832. On a répandu des bruits alarmans sur ce retour.

7. **Opuscoli astronomici**, etc. — Opuscules astronomiques de J. Calandrelli, A. Conti et G. Ricchebach, professeurs de l'université Grégorienne du collége Romain, et directeurs de l'Observatoire ; avec un appendice. In-4° de 266 p. Rome, 1824 ; de Romanis.

1[er] opuscule de G. Calandrelli. Description d'une ancienne éclipse de soleil vue à Rome l'an 350 de sa fondation.

2[e] de A. Conti. Table pour calculer la parallaxe annuelle de Jupiter et de Saturne.

3[e]. Passage de Mercure sur le disque du soleil; par M. Rumker, à Paramatta, en novembre 1812, calculé par A. Conti.

4[e]. Formule de la lettre dominicale dans les calendriers julien et grégorien; par A. Conti.

5[e]. Positions géographiques des lieux principaux de Rome et de ses environs.

PHYSIQUE.

8. Sur la production de la double réfraction régulière dans les molécules des corps, par simple pression; par M. Brewster. (*Philos. Transact.*, 1830, part. I, p. 87.)

M. B. avait, en 1814, communiqué à la Société royale l'expérience suivante : Quand on presse entre deux verres, à la chaleur de la main, un mélange de cire et de résine à parties égales, la couche de matière est presqu'entièrement transparente par la lumière transmise, quoiqu'elle présente un blanc laiteux par la lumière réfléchie. Elle ne polarise pas la lumière quand elle tombe verticalement, mais elle jouit à un haut degré de cette propriété quand la lumière est oblique, et présente des segmens d'anneaux colorés.

La double réfraction était si peu connue alors, que cette expérience n'attira pas l'attention; celle de M. B. n'a été excitée qu'en retrouvant par hazard les verres employés et dont la couche résineuse n'avait pas perdu sa propriété depuis 15 ans. La ligne verticale suivant laquelle elle est privée de la dépolarisation, est un seul axe de double réfraction, et les anneaux colorés sous l'incidence oblique sont produits par l'inclinaison du rayon réfracté à l'axe de double réfraction. En répétant l'expérience avec un grand nombre de plaques de verre et diverses proportions de cire et de résine, M. B. a obtenu les résultats suivans :

Quand la cire blanche est fondue et refroidie entre deux verres elle forme un grand nombre de petits points qui possèdent

chacun la double réfraction, mais dont les axes sont tournés dans toutes les directions possibles. La couche de cire étant extrêmement mince, les parties ne sont pas assez nombreuses pour réagir sur la lumière polarisée.

La résine fondue ne présente pas de structure cristalline, qu'elle se durcisse lentement ou par pression.

Le composé de cire et de résine à parties égales présente beaucoup de tenacité; une couche mince fondue et refroidie entre deux verres offre la polarisation dans tous les sens comme la cire d'abeilles, les axes de particules élémentaires étant tournés dans toutes les directions; il est très-opalin, et un corps lumineux vu au travers paraît entouré d'une lumière nébuleuse. Cette transparence imparfaite provient évidemment de la réflexion et de la réfraction de rayons passant d'une molécule à une autre, occasionée par une différence dans le pouvoir réfringent des composans, ou par le contact imparfait des parties, ou par ces deux causes combinées.

Plusieurs gouttes du mélange fondu furent coulées sur une lame de verre épais pour former une grosse goutte. Avant qu'il fût refroidi on appliqua sur la goutte un plan de verre circulaire de $\frac{2}{3}$ de pouce de diamètre environ et on exerça une forte pression verticale sur le centre pour obtenir une lame mince : elle était presqu'entièrement transparente, comme si la pression avait placé les parties dans un contact optique.

Cette lame, exposée à la lumière polarisée, présentait un axe de double réfraction et offrait les couleurs polarisées aussi parfaitement que plusieurs cristaux du règne minéral. Quand, après avoir séparé les plans de verre, on détache quelques portions de la matière grasse, on trouve qu'elles agissent sur la lumière précisément comme des fragmens de mica ou d'hydrate de magnésie à un axe, et présentent une forme réfringente d'une intensité égale.

Cette expérience prouve bien que la pression développe la double réfraction de la lame de matière grasse, mais on ne voit pas si c'est l'effet immédiat de la pression ou si c'est la même force de double réfraction qui produit la polarisation dans tous les sens. Quand la résine se refroidit d'elle-même dans ce dernier état, les axes de double réfraction sont tournés dans toutes les directions possibles, et l'on ne peut supposer qu'une

pression dirigée dans une seule direction, produise immédiatement l'arrangement de tous les axes dans des directions parallèles. La double réfraction de chaque partie de la lame a donc été développée par la force comprimante qui a dû la priver de la structure de double réfraction qu'elle possédait. La substitution d'une double structure de double réfraction à une autre peut s'effectuer facilement dans divers corps. La chaleur ou la pression peuvent même produire cet effet dans plusieurs cristaux réguliers, mais on ne peut pas détruire un axe dans un cristal à deux axes ni en produire un dans un cristal à un seul. Quand la structure de double réfraction est produite par l'endurcissement, on peut la détruire entièrement par la pression et la remplacer par une autre, même d'un caractère opposé; et quand elle est produite par l'action de la vie, comme dans le cristallin des animaux, on peut la détruire entièrement par l'endurcissement et y substituer une nouvelle structure de double réfraction plus puissante que la première.

Ces faits conduisent à une explication simple de la cause et des phénomènes généraux de la double réfraction dans les cristaux réguliers. Cette propriété n'est pas inhérente aux molécules elles-mêmes; par exemple, les fragmens de silex n'en jouissent pas dans leur état de séparation : dans le tabasheer, quelques opales et la silice qui a été fondue, il n'y a pas la plus légère trace de structure de double réfraction ; mais quand les parties de la silice en solution se combinent en raison de leur affinité mutuelle ou de leur polarité, elles acquièrent immédiatement, au moment de leur combinaison, la propriété de la double réfraction, et la conservent tant qu'elles restent dans le même état d'aggrégation. On peut concevoir facilement ce qui se passe : il existe en dissolution ou en fusion un grand nombre de molécules élastiques qui sont retenues à distance, par le fluide dans un des cas, et par la chaleur dans l'autre, pour que leurs affinités mutuelles s'exercent : par l'évaporation ou le refroidissement, que deux molécules soient amenées au contact par les forces ou les polarités qui produisent un arrangement cristallin et adhèrent fortement, elles se comprimeront et présenteront chacune un axe de double réfraction dans les

directions des lignes qui joignent leurs centres, comme si elles étaient comprimées par une force extérieure.

Il résulte des phénomènes de cristallisation et de clivage, que les molécules des cristaux ont plusieurs axes d'attraction ou *de lignes*, où elles sont plus fortement attirées, et dans la direction desquelles elles adhèrent avec divers degrés de force. Guidé par les indications que donnent les hémitropies et supposant les molécules sphériques ou sphéroïdales, on en conclut qu'il y a trois axes qui sont à angles droits, l'un par rapport à l'autre, et relativement à l'axe géométrique de la forme primitive. De cette manière les phénomènes de la double réfraction sont rapportés aux mêmes axes de la forme primitive et peuvent être rigoureusement calculés. Dans les cristaux à un axe, les trois axes sont tels, que deux sont égaux et de même nom, tandis que le 3ᵉ correspondant avec l'axe apparent peut être de même nom ou de nom différent. Dans les critaux à deux axes, les trois axes sont inégaux, et dans ceux qui ne jouissent pas de la double réfraction, les axes sont égaux et se détruisent.

Le rapport de ces deux classes de faits est trop remarquable d'après M. B., pour être accidentel, quand il n'y aurait pas d'autres argumens qui tendraient à l'indiquer. Parmi les cristaux dont la forme primitive est le rhomboïde obtus, il y en a qui ont un axe de double réfraction négative, et seulement un ou 2 qui ont un axe de double réfraction positive. La structure des premiers peut être produite par la compression provenant des attractions dans la direction de deux axes rectangles égaux, qui dilatent les molécules dans la direction du 3ᵉ et le rendent un axe de double réfraction négative, égal en intensité aux deux autres; mais peut-on supposer l'existence d'un 3ᵉ axe d'attraction plus ou moins puissant que les deux autres, qui produira une dilatation non compensée, ou un seul axe de double réfraction négative, dans l'axe du rhomboïde? s'il est plus fort, la compression qu'il produira excédera la dilatation des deux angles et produira un axe de compression ou de double réfraction positive, comme dans le quartz et la dioptase.

Ces observations s'appliquent aux minéraux qui cristallisent sous forme pyramidale.

D'après la rédaction de ce mémoire, M. B. a eu connaissance de celui de M. Savart sur la structure des corps cristallisés, dé-

terminée par les vibrations sonores. Le curieux résultat de ses expériences, que l'axe du spath calcaire, axe de double réfraction négative, est l'axe le moins élastique, tandis que l'axe du quartz, axe de double réfraction positive, est celui de la plus grande élasticité, s'accorde parfaitement avec sa manière de voir.

Les trois axes étant égaux, les trois compressions rectangulaires produites par l'aggrégation des molécules se détruisent réciproquement, et le corps n'a pas de double réfraction; et donne des clivages également faciles; et jusqu'ici tous les cristaux qui se clivent également dans trois directions rectangulaires, ne jouissent pas de la double réfraction.

Si les trois axes d'attraction sont inégaux, les différences de densité qu'ils produisent dans les molécules, se rapportent à deux angles de double réfraction, dont le plus fort sera négatif ou positif, suivant que la compression sera plus ou moins forte que la dilatation. Tous les cristaux appartenant au système prismatique, où le clivage indique que les parties adhèrent avec une force inégale dans trois directions, ont toujours deux ou trois axes inégaux de double réfraction, dont le plus fort est tantôt négatif, tantôt positif.

En admettant que les molécules des corps sont sphériques dans leur état d'isolement et au-delà de leur sphère d'action mutuelle, cette forme doit changer en celle de sphéroïdes composés dans les cristaux à double réfraction; et les vues que M. B. expose à ce sujet, sont, comme il le remarque, confirmées par les expériences de M. Mitscherlich, sur l'influence que la chaleur exerce sur les cristaux à double réfraction. Les phénomènes que présentent les fluides sous l'influence de la chaleur et de la pression, et ceux des cristaux à double réfraction exposés à l'action des forces de compression ou de dilatation, s'accordent parfaitement avec ces vues; de sorte que sans l'expérience fondamentale que contient son mémoire, M. B. est convaincu que l'on ne pourrait s'empêcher de conclure que les forces de double réfraction ne résident pas dans les molécules elles-mêmes, mais résultent immédiatement des forces mécaniques d'après lesquelles les molécules forment des corps solides.

9. Sur la fabrication du verre pour les instrumens d'optique ; par M. Faraday. (*Philos. Transact.*; 1830, part. I, p. 1.)

L'objet de cet important mémoire concernant plus particulièrement la 5e section, nous nous bornerons à faire connaître la composition nouvelle à laquelle M. F. s'est arrêté, après de nombreux essais, dans un grand travail entrepris sur la demande de la Société royale de Londres.

Abandonnant entièrement la composition ordinaire du verre, M. F. a fondu des mélanges d'acide borique et d'oxide de plomb, ou de ces deux substances et de silice, avec toutes les précautions qui pussent garantir leur pureté.

Après avoir essayé la litharge, le minium et le carbonate de plomb, qui ne donnèrent pas encore un oxide assez pur, M. F. eut recours, pour l'obtenir, au nitrate de plomb très-pur, en cristaux bien nets et cristallisés deux fois. Les cristaux lavés à 3 ou 4 reprises avec l'eau qui est séparée du fer et du sulfate de plomb, 166 de nitrate sont l'équivalent de 112 de plomb.

L'acide borique fut purifié par des cristallisations: 36 en poids sont l'équivalent de 24 d'acide sec. Pour silice, M. F. a pris du sable pur employé à faire le flint-glass. Cette silice fut fondue avec 1/2 fois son poids de litharge, ou avec une quantité de nitrate de plomb équivalente, et le mélange pulvérisé, séché et conservé avec soin. 24 en poids de ce silicate équivalent à 16, ou une proportion de silice, et 8 de protoxide de plomb. Le silicate est avantageux pour rendre la silice divisible.

M. F. a quelquefois employé comme silice du flint-glass en poudre, qui fond plus facilement, mais le verre se trouva pourpre à cause du manganèse du verre.

Les mélanges fondus furent composés de :

154,14	nitrate de plomb =	104 protoxide de plomb.
24	silicate de plomb....	8 *id.* 16 silice.
42	acide borique.......	24 acide borique sec.
	Et donne à-peu-près...	152 de verre.

Le mélange ne doit point être fondu à la flamme; du plomb se réduirait.

Le verre est fondu avec soin dans des moules en platine. Les

plus grandes plaques fabriquées par M. F. avaient 7 pouces de côté et $\frac{8}{10}$ de pouce d'épaisseur.

Si quelques défauts se présentent dans le moule, on les bouche au moyen de petites feuilles de platine soudées avec l'or précipité par le sulfate de fer et bien lavé. On en recouvre une petite lame de platine, que l'on chauffe à la lampe à alcool.

Deux conditions sont d'une grande importance pour obtenir du verre parfait : l'absence de stries et de fils, et celle de bulles; c'est par une fusion bien complètement opérée, car l'agitation que l'on pourrait croire susceptible de produire ce résultat, ne donne pas de beaux produits.

Une grande variété de verres furent préparés au moyen des substances sus-nommées. La densité du verre fait avec le borate de plomb, dans le rapport de 24 d'acide et 112 d'oxide de plomb environ, est très-élevée; elle va jusqu'à 6,39 ou 6,4, double de celle du flint-glass. Dans le borate silicé, contenant, en outre, 16 de silice, elle va à 5,44. La densité diminue relativement à l'oxide de plomb. La pesanteur spécifique du flint-glass le plus pesant, de Guinaud, est d'environ 3,616 : celle d'un échantillon ordinaire s'est trouvée de 3,29; celle du verre en table, de 2,5257; et celle de crown-glass, de 2,5448.

Le pouvoir de réfraction et de dispersion s'augmentant avec la densité, M. Herschell a trouvé les nombres suivans pour les verres de

	Borate.	Borate silicé.
Angle du prisme du verre...	29°6′	30°26′
Index de réfraction pour les rayons rouges extrêmes..	2,0430	1,8521
Id. Maximum du jaune......	2,0652	1,8735
Id. Violet extrême........	2,1223	1,9135
Index dispersif $= \frac{\delta\mu}{\mu - 1} =$	0,0740	0,0703

M. F. a essayé de déterminer les quantités comparatives de lumière réfléchie par les verres pesans et d'autres, dans quelques expériences photométriques faites sur le principe des ombres égales, en conservant seulement la réflexion de la 1re surface, celle de la 2e étant détruite. Les rayons avaient une incidence de 45°, et provenaient d'une petite lampe *a*, et quand

ils étaient réfléchis, leur intensité était mesurée par la distance d'une lampe semblable *b*, dont les rayons directs donnaient une ombre comparative. On a obtenu le tableau suivant en négligeant les 3es décimales.

		Pouces.		
Lumière *a* directe..........		10,70	1	1
— réfléchie par le verre.	5..	36,75	11,80	$\frac{1}{11,8}$
	1..	40,69	14,46	$\frac{1}{14,4}$
	4..	43,46	16,50	$\frac{1}{16,5}$
	9..	47,31	19,56	$\frac{1}{19,5}$
	6..	50,31	22,12	$\frac{1}{22,1}$
	7..	51,63	23,29	$\frac{1}{23,3}$
	3..	52,69	24,26	$\frac{1}{24,2}$
	8..	54,33	25,80	$\frac{1}{25,8}$
	2..	54,56	26,02	$\frac{1}{26}$

La 1re colonne se rapporte aux verres employés, la 2e donne la distance de la flamme *b*, la 3e le même nombre élevé au carré et réduit à la lumière directe prise comme unité, et la 4e la proportion de la lumière *a* réfléchie par la 1re surface de chaque verre. Le verre n° 5 contient 1 proportion d'oxide de plomb, $\frac{1}{2}$ de silice et 1 $\frac{1}{2}$ d'acide borique. Le n° 1, 1 d'oxide de plomb, 1 de silice et 1 $\frac{1}{2}$ d'acide borique. Le n° 4, 1 d'oxide de plomb, 1 $\frac{1}{2}$ de silice et 1 $\frac{1}{2}$ d'acide borique. Le n° 9 était du flint-glass; les nos 6, 7 et 3 du crown-glass; les nos 8 et 2 du verre en table; les nos 1, 3, 5, 6 et 7 avaient leurs surfaces naturelles, et les nos 2, 4, 8 et 9 leurs surfaces polies.

Le défaut de lumière produit par l'accroissement de réflexion, quoique considérable, peut être facilement compensé en augmentant légèrement la surface du verre.

La *dureté* varie beaucoup dans les différentes espèces de verres composés. Celui de borate de plomb est très-mou; le biborate est dur, et le tri-borate égale la dureté du flint-glass. Le borate silicé est plus mou que le flint-glass; celui qui contient 1 proportion d'oxide de plomb, 1 $\frac{1}{2}$ d'acide borique et 1 de silice, est aussi dur que le flint-glass, en même temps qu'il a le degré de fusibilité, de couleur, et les autres propriétés qui promettent un beau verre.

La dureté s'accroît en raison inverse de la quantité d'oxide de plomb, mais la fusibilité diminue dans le même rapport. Le

borate de plomb est si fusible, qu'il se ramollit et perd sa forme à la surface de l'huile bouillante.

L'altération que le verre éprouve par son exposition à l'air, est un objet d'une grande importance à considérer. Les verres employés pour l'optique éprouvent deux effets différens; ou la surface se ternit et devient irisée par l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'oxide de plomb, c'est ce qu'éprouve le flint-glass; ou il s'y produit de petites végétations ou cristallisations comme dans le verre en table. M. F. avait craint que ses verres de borate de plomb ne se ternissent plus promptement que le flint-glass; mais, protégés par une lentille de crown-glass nécessaire pour l'achromatisme, l'expérience a prouvé qu'ils n'étaient pas plus altérés que les autres.

Dans le cours de ces recherches, M. F. a observé une influence importante de l'alcali pour rendre plus facile à ternir le verre contenant du plomb. Le flint-glass ordinaire contient 33, 28 d'oxide de plomb, 51, 93 de silice et 13, 77 de potasse, les autres substances pouvant être négligées. Si la quantité d'oxide de plomb est un peu augmentée pour donner un plus grand pouvoir dispersif, le verre se ternit à l'air : tel était du flint-glass de Guinaud qui contenait 43, 05 d'oxide de plomb ; 44, 3 de silice et 11, 75 de potasse. Mais si on diminue la quantité d'alcali, on peut augmenter celle de l'oxide de plomb, et un verre contenant 64 d'oxide de plomb et 36 de silice est resté 18 mois à l'air sans se ternir.

Du flint-glass en poudre fine, humecté et placé sur du papier de Curcuma, le rougit très-sensiblement, et si la poudre est très-fine, il indique la présence de l'hydrogène sulfuré en noircissant. D'après M. F., le verre peut être considéré plutôt comme une solution de différentes substances les unes dans les autres que comme un composé chimique déterminé.

Le verre ordinaire, le flint ou le crown-glass, couverts d'humidité hygrométrique, laissent perdre l'électricité; les verres fabriqués par M. F. isolent presqu'anssi parfaitement que de la cire.

Le verre en table offre quelquefois des corrosions ou cristallisations qui paraissent dues à la présence de l'alcali; les verres pesans ne peuvent présenter le même inconvénient. G. DE C.

10. Sur le Magnétisme terrestre; par M. Legrand. (*Annal. des scienc. d'observ.*; avril 1830, p. 60.)

Pour déterminer en grandeur et en direction la force magnétique terrestre en un point donné de la surface du globe et pour une époque quelconque, il faut d'abord déterminer la loi suivant laquelle cette force varie d'un lieu à un autre pour une même époque, et trouver ensuite la loi suivant laquelle cette force varie avec le temps dans un même lieu. M. L. s'est occupé de cette seconde partie du problème; guidé par une considération importante, il lui a paru que l'on s'est trop habitué à considérer séparément les inclinaisons et déclinaisons de l'aiguille aimantée; tandis que pour arriver à quelque loi simple, il fallait combiner ces deux élémens, afin d'avoir le mouvement absolu de l'aiguille. Il a trouvé qu'une pareille aiguille décrit une surface conique dont il a cherché l'intersection par le plan de l'équateur terrestre. Après avoir établi les formules propres à calculer les coordonnées des divers points de la courbe d'intersection, il les a appliquées aux observations de Paris de 1671 à 1819. En construisant les points, on voit qu'ils forment une portion d'ellipse dont le grand axe est dans le méridien magnétique. En admettant que l'aiguille décrit un cône droit dont l'axe serait dans la direction du méridien terrestre, pour déterminer la direction de cet axe et l'ouverture du cône, il suffit de connaître la déclinaison maximum et l'inclinaison correspondante, ou de se servir de deux observations faites à des époques assez éloignées l'une de l'autre. En admettant pour Paris 22° 30′ comme déclinaison maximum en 1829, pendant que l'inclinaison était de 68° 25′, on trouve que l'axe du cône décrit par l'aiguille aimantée fait un angle de 25° 39′ avec le plan de l'équateur terrestre, que l'ouverture de ce cône est de 17° 19′, et que l'arc parcouru par sa génératrice sur le cercle qui lui sert de base a été de 69° 9′ 15″, depuis 1666, époque où la déclinaison était nulle, jusqu'en 1819, déclinaison maximum. En supposant ce mouvement uniforme ou de 27′ 7″ 06 par an, on peut calculer la déclinaison et l'inclinaison pour toutes les époques. M. L. a calculé de 5 en 5 ans, de 1666 à 1825 pour la déclinaison, et de 1666 à 1828 pour l'inclinaison. Les différences

entre le calcul et l'observation sont, terme moyen, de 17' pour les inclinaisons, et 36' pour les déclinaisons.

11. Conditions auxquelles le mercure est mis en mouvement rotatoire par le zinc; par M. Runge. (*Annal. der Phys. und Chem.*; 1829, n° 11, p. 479).

Quand on humecte une goutte de mercure avec une goutte de dissolution concentrée de nitrate d'oxidule de mercure, et qu'on place un fragment de zinc sur le mercure, celui-ci prend un mouvement rotatoire très-rapide. M. R. avait déjà remarqué que le zinc solide seul, et non l'amalgame, produit ce phénomène, et que l'amalgame le suspend : il a étudié l'action de plusieurs métaux et de leurs amalgames sur le mouvement du couple mercure et zinc.

Le mercure est toujours mis en mouvement par le zinc, quand sa dissolution est bien saturée et limpide, quand la goutte du mercure n'a pas plus de 1 ½ ligne de diamètre et que les morceaux de zinc que l'on ajoute peu à peu n'ont pas plus de 1 ligne de longueur sur ¼ de ligne d'épaisseur.

Plomb. Quand on jette un morceau de plomb sur une goutte de mercure à laquelle on a donné le mouvement, sous les conditions d'ailleurs que lon l'a déjà indiquées, le mouvement du mercure en est retardé au commencement, mais bientôt il commence plus vite, une poudre noire s'attache au zinc, qui est projetée dans la liqueur pendant le mouvement du mercure. Des quantités plus grandes de plomb peuvent cependant suspendre tout-à-fait ce mouvement.

Etain. Quand on approche un petit morceau d'étain laminé du mercure en rotation, souvent il n'y a pas de rotation du tout, parce que l'étain noirci et humecté par la dissolution de mercure ne s'attache pas facilement au mercure; mais si, au contraire, l'adhésion a lieu, le mercure, d'abord tranquille, prend un mouvement maintenant plus rapide.

Le *bismuth* est sans aucune action sur le mercure, soit en mouvement soit en repos; car il se noircit aussitôt dans le liquide, et ne s'attache pas au mercure dans cet état.

Le fer, le cuivre, l'argent et le platine sont tous sans action sur le mouvement du mercure; ceux d'entre eux qui s'atta-

chent au mercure sont entraînés et tournent avec lui; c'est ce qui arrive aussi au fer et au platine quand on réussit à amalgamer leurs surfaces. Des phénomènes semblables se répètent quand on a eu soin de fondre avec le zinc tous ces métaux déjà nommés, et qu'on met ces alliages en contact avec le mercure et la dissolution mercurielle.

L'alliage de zinc et de plomb, à parties égales, produit un mouvement assez fort à la surface du mercure, avec projection de la poudre noire. Il n'y a pas de mouvement rotatoire du mercure. Quand on augmente la proportion du zinc, le mouvement rotatoire se manifeste enfin, quoiqu'il ne soit pas aussi fort que quand on emploie du zinc pur.

L'alliage de zinc et d'étain, à parties égales, prend une teinte noire dans le liquide mercuriel sans autres changemens; mais quand il est mis en contact en même temps avec le mercure, il se gonfle, il s'en sépare une peau noire épaisse, et il y a une projection de poudre noire, semblable à une explosion. Le mouvement se manifeste aussi, et le mercure acquiert une faible rotation. Ici, comme dans le cas précédent, la moitié de la goutte de mercure est tout-à-fait luisante pendant que l'autre est couverte d'une peau, ce qui s'explique, en ce que, dans les deux cas, les mouvemens prennent leurs directions à partir du mercure au métal qui est mis en contact, mais non en sens inverse.

L'alliage de zinc et de bismuth, à parties égales, est sans aucune action.

Alliage de zinc et de cuivre. Le zinc dans le laiton n'est pas en état de produire une rotation dans le mercure, bien qu'il soit très-rapidement absorbé par la goutte de mercure.

L'auteur a remarqué que l'amalgame de zinc arrête sur le champ la rotation du mercure produite par l'addition du zinc pur. C'est ce qui arrive toujours quand le zinc est à la quantité de mercure qu'il touche, comme 1 est à 400; ce sont les limites extrêmes, car des quantités de zinc plus petites ne dérangent pas les mouvemens du mercure.

L'amalgame de plomb (à parties égales) en petite quantité, ajouté au mercure en rotation, le font tout de suite rentrer au repos, et sa surface se noircit, quand, en le plaçant, il repose

simplement sur le mercure; mais quand il tombe sur le côté, il se noircit dans le liquide; et le globule de mercure en rotation, bien qu'il soit au contact du zinc, n'en est pas affecté du tout, parce que ces deux substances ne s'attachent pas l'une à l'autre.

Une goutte de mercure mêlée avec un peu d'amalgame de plomb et humectée pas la liqueur, prend un aspect noir à sa surface. Quand, à présent, on y ajoute du zinc, la peau noire se fend, tombe de côté, et le globule de mercure subit une faible rotation, quand la proportion du plomb n'est pas très-forte. Le plomb y étant en plus grande proportion, rien de tout cela n'aura lieu.

L'amalgame d'étain fait cesser tout de suite le mouvement rotatoire du mercure, et forme une peau noire.

Un globule d'*amalgame de bismuth* humecté par la liqueur mercurielle, acquiert un aspect noir à sa surface. Une addition de zinc lui redonne de l'éclat, et l'amalgame éprouve un faible mouvement. En même temps on aperçoit un mouvement dans la liqueur.

L'amalgame de cuivre en poudre (fait de parties égales de zinc, de mercure et d'un sel de cuivre) mis en contact avec le mercure en rotation, ne suspend le mouvement que mécaniquement et seulement pour un moment; mais il reparaît bientôt avec plus de force, sitôt que l'amalgame de cuivre a été absorbé par le mercure, et qu'il s'est formé de nouveau une surface luisante sur le globule de mercure.

Un amalgame de platine à l'état de poudre (fait de parties égales de zinc, de mercure et d'un sel de platine) réagit de la même manière.

L'aimant n'a pas du tout d'influence sur le mercure en rotation. J....

12. Sur les phénomènes remarquables que présente le bismuth fondu, en se refroidissant, avec des phénomènes semblables dans d'autres substances; par M. Marx. (*Jahrbuch der Chem. und Phys.*; 1830, n° 4, p. 434.)

Le bismuth, remarquable par sa cristallisation si facile à provoquer, par sa texture lamellaire, et par la propriété

thermo-électrique qu'il possède à un si haut degré, jouit encore la faculté très-prononcée *d'occuper pendant son refroidissement un espace plus grand que celui du métal liquide.* Il conserve cette propriété quand il est combiné avec d'autres métaux, sauf les modifications qu'occasionne chacun de ceux-ci. Sous ce point de vue, il ressemble beaucoup à l'eau, qui à + 4° c., a acquis sa plus grande densité, et, en partant de là, au-dessus et au-dessous se dilate, mais qui, à l'état de glace et en baissant la température, se contracte. C'est ce qui donne aux autres liquides la propriété d'avoir un maximum de densité selon la quantité des substances qu'ils renferment, par exemple à une dissolution de sel marin, et à une combinaison d'alcool et d'eau. Ce point de condensation présente un commencement de cristallisation, une naissance des forces polaires dans différens sens du liquide, une congélation qui, pour ainsi dire, y existe seulement *potentia,* mais non *actu.* Il est sans doute d'une grande importance que dans la nature, pour l'existence de la vie organique, ce point ait lieu à quelques degrés de la véritable congélation.

Quant au bismuth, ces deux points se suivent de très-près. Du bismuth fondu dans un tube de verre par la lampe à alcool, puis éloigné du feu, commence d'abord à se congeler à sa surace, et l'on croirait que toute la masse est refroidie. Mais on remarque quelquefois, après quelques minutes, que cette surface se meut, et en même temps des parties du métal sortent de l'intérieur par un ou plusieurs endroits, et elles apparaissent en dehors sous formes sphéroïdales. Ces parties adhèrent au reste de la masse. L'essai fait dans un creuset, donne les mêmes résultats, quand on verse la masse fondue sur une lame de fer; seulement les excroissances sont plus globulaires. La lame de fer doit avoir des enfoncemens sphéroïdaux pour mieux réussir. L'auteur a déterminé le poids de ces deux masses cristallisées et séparées spontanément; la plus grande pèse 52,351 gr., et les excroissances 1,012 gr., de sorte que le bismuth se dilaterait de 1/52 de son volume en se congelant. Ce nombre, quoiqu'incertain, prouve pourtant la force qu'aurait ce métal en cristallisant dans des vases clos. L'expérience faite dans un tube à thermomètre, qu'on remplit d'une colonne de métal fondu de 6 à 10 pouces en le plongeant dans le creuset, en

est la preuve ; il casse quelques minutes après qu'on l'a éloigné pour le laisser refroidir, ce qui se fait quelquefois avec une explosion assez forte.

Les tubes se cassent souvent dans leur direction longitudinale, et représentent des bandes ou fibres, ce qui prouve que la force dilatatoire s'effectue suivant la verticale dans la direction longitudinale du tube.

Quelquefois les tubes ne cassent pas, principalement quand on a pris du bismuth pur. Le bismuth, en vertu de sa dilatation par refroidissement, peut être regardé comme le type de ces métaux qui, par la congélation, deviennent plus légers.

Voici quelques résultats obtenus avec des alliages de bismuth, soit qu'on employât ce métal pur, ou celui du commerce.

Bismuth et sodium. — En chauffant 4 part. de poudre de bismuth dans une cuillère de fer, sur la lampe à alcool, et y ajoutant le sodium (1 partie en volume), ce dernier commençait à fondre, et s'unissait au bismuth bien avant la fusion de ce métal, avec une ignition assez forte. La combinaison était plus fusible que le bismuth, d'un gris d'acier, d'une texture à grandes lamelles, et il se conservait presque inaltéré à l'air. Dans l'eau et les acides hydratés, il dégageait de l'hydrogène ; mais ce phénomène ne durait pas long-temps. (Ces observations sont bien différentes de celles de Gay-Lussac et Thénard). Quelques jours après seulement, une petite quantité d'une poudre noire s'était déposée sur ces morceaux.

Cet alliage fondu, quand il est versé dans un autre vase pour y refroidir, fait voir sur sa surface plusieurs excroissances, mais qui ne sont pas si considérables que celles du bismuth pur ; aussi la dilatation n'a-t-elle pas une si grande force, car, absorbée dans des tubes, la masse fondue, en se refroidissant, ne casse pas les tubes.

L'alliage avec le potassium ne présentait pas d'excroissances, et par suite, pas d'action sur les tubes. Cet alliage se fait avec ignition, il est blanc comme l'étain, et se conserve longtemps à l'air. A la fin de ces expériences on avait trois cuillères de fer percées.

Bismuth et arsenic. — Dans la masse fondue, qui contenait à peu près $\frac{1}{4}$ du dernier métal, on n'obtenait pas d'excroissances. La présence de l'arsenic fait disparaître en quelque sorte la tex-

ture cristalline du bismuth. Avec un alliage de 14 parties de bismuth sur 1 d'arsenic, il y avait beaucoup d'excroissances globulaires, et la dilatation dans les tubes faisait casser ceux-ci suivant leur longueur.

Bismuth et antimoine. — L'antimoine seul, quoique susceptible de cristalliser, ne présente pourtant pas ces excroissances en se refroidissant, ni d'autres phénomènes qui pourraient prouver sa dilatation. Fondu avec le bismuth, surtout à parties égales, il prend toutes les propriétés de ce métal. Cet alliage présente alors de grandes excroissances globulaires en se refroidissant, et placé dans le tube, il le casse le plus souvent dans les mêmes circonstances.

Bismuth et zinc. — Le zinc seul fondu offre des phénomènes particuliers. Versé sur une lame métallique présentant quelqu'enfoncemens, il y reste encore liquide pendant quelque temps, puis il se manifeste un mouvement sur sa surface, qui s'enfonce au milieu, présente des fissures, et *se contracte* vers les côtés en se refroidissant. Les tubes remplis avec le métal fondu, cassent *en travers* pendant que le métal se refroidit. Quelquefois les tubes commencent bien tard à se casser. Des parties égales de bismuth et de zinc, qui se fondent bien avant le point de fusion du dernier métal, se séparent en refroidissant. Le bismuth plus lourd, avec une partie de zinc, se précipite; le reste du zinc surnage. Les autres propriétés physiques sont bien changées par cet alliage, excepté sa dilatation.

Lorsque toute la masse en fusion était versée dans un vase de fer aplati, la surface qui n'était que du zinc offrait bien distinctement le phénomène de la contraction, mais au-dessous, l'alliage de bismuth et de zinc se dilatait fortement en refroidissant, il montait rapidement en formes de globules sur les bords inférieurs, il persait le fond du vase de fer, et se montrait également de cet autre côté, sous forme de globules. Peut-être y a-t-il un rapport, ou une compensation pyrométallique entre ces deux métaux, comme une compensation thermométallique a déjà lieu pour des températures plus basses.

Bismuth et étain. — Il paraît que l'étain pur éprouve une contraction en refroidissant. Des parties égales d'étain et de bismuth offrent, en se refroidissant, de beaux globules blancs à la surface de la masse, comme signe ordinaire d'une dilatation as-

sez forte. Moins d'étain fait disparaître cette propriété de la masse refroidissante.

Bismuth et plomb. — Le plomb empêche tout-à-fait le bismuth de produire ces belles cristallisations; seulement quand il y est uni dans le rapport de trois de bismuth à un de plomb, la texture lamellaire de l'alliage commence à paraître, et de petites excroissances se manifestent à la surface de la masse refroidissante, mais elles se retirent.

Huit parties de bismuth contre 1 de plomb donnent des phénomènes plus prononcés. Les tubes sont très-rarement cassés.

Bismuth, étain et plomb. — Ces alliages, qu'on connaît aussi sous les noms d'alliages fusibles de Rose et de Darcet, n'offrent pas à leur surface des traces d'excroissances; mais quand on les fait monter dans des tubes de verre, ceux-ci se cassent après que la masse est refroidie et qu'elle est revenue à-peu-près jusqu'à la température moyenne de l'atmosphère. Ces expériences réussissent presque toujours; et on a alors les tubes cassés dans leur direction longitudinale, divisés en fibres longitudinales. C'est ainsi, dans ce cas, que l'on voit que l'étain a contribué encore à déterminer le point de dilatation du bismuth, qui sans cela aurait été détruit par la présence du plomb, et qui aurait été mis hors des termes d'un maximum. Ce phénomène a été déjà observé, mais comme par hazard, sans connexité avec d'autres, et par conséquent sans en faire connaître les véritables causes sur lesquelles il repose.

M. Erman jeune a fait plusieurs recherches avec le phosphore et l'alliage fusible de Rose, pour découvrir l'influence de la liquéfaction sur le volume et la dilatabilité de quelques corps, et il a trouvé que le phosphore acquérait une augmentation de volume analogue, à une température croissante; que cette augmentation de volume allait plus vite dans le voisinage du point de fusion; mais que l'alliage, à une température d'à-peu-près 35° R., avait un volume égal à celui qu'il acquerrait à son point de fusion, comme le fait voir le tableau suivant :

Température.	Volume du métal.	Température.	Volume du métal.
32°	1,007297	59°	0,992071
35	1,008364	62	0,993640
38	1,007353	65	0,994788
41	1,006390	63	0,996802
44	1,001466	71	1,001057
47	0,996196	74	1,008022
50	0,992921	77	1,0015765
53	0,992150	80	1,0017920
56	0,991337		

Cette anomalie frappante est expliquée suffisamment par la propriété de chacun des trois métaux, qu'on a reconnue tout-à-l'heure. Un alliage de parties égales de bismuth, de plomb et d'étain ne donnait pas des marques de dilatation. C'est aussi dans ce cas-ci qu'une partie contenant plus de bismuth s'était précipitée au fond, et au-dessus il y avait une partie contenant plus de zinc, toutes deux bien marquées au point de leur séparation.

Bismuth et cuivre. — La combinaison de ces deux métaux a encore lieu au-dessous du point de fusion de ce dernier métal. Les dilatations se manifestent lorsque le bismuth est en proportion double du cuivre; et assez long-temps après le refroidissement, si le bismuth y entre pour quatre fois plus que le cuivre; ces phénomènes se présentent pendant et peu de temps après le refroidissement. Il se manifeste des excroissances mamelonnées, et des globules luisans; et à la surface et dans l'intérieur de la masse, qui est d'une texture lamellaire bien prononcée, et d'une belle couleur rouge , on remarque beaucoup de petits globules entre les lamelles luisantes. La combinaison ne se fait absorber dans les tubes qu'avec peine. L'auteur n'a pu fondre le *bismuth* et le *fer.*

Bismuth et mercure. — L'expérience fut faite avec un amalgame assez dur, liquéfié par la chaleur, et qui était absorbé dans des tubes : ces tubes ne furent pas cassés.

Bismuth et argent. — Des parties égales de ces métaux, fondues ensemble, ne donnaient point de résultat dans leur refroidissement; 2 parties de bismuth et une d'argent donnaient des excroissances assez distinctes. L'alliage était lamellaire et d'une couleur gris de perle.

Bismuth et phosphore. — Du phosphore projeté sur du bismuth fondu, ou plongé dedans, fut très-peu absorbé. Le métal très-peu changé, était au plus, un peu plus cassant, et un peu moins lamelleux; aussi, en congelant, il se prenait comme du métal pur. Ce phénomène est différent de celui que présente l'argent, qui, en fondant, prend beaucoup de phosphore, qui est éliminé par le refroidissement.

Bismuth et soufre. — En projetant du soufre sur le métal fondu, et faisant évaporer le soufre en excès, on obtient une masse qui manifeste les phénomènes les plus remarquables de tous. A peine a-t-on versé cet alliage dans le vase aplati, qu'il se solidifie, et de son intérieur il monte des protubérances qui occupent presque le quart du volume de toute la masse. Entr'eux montent aussi de petits globules luisans; et quand on casse un tel culot, on voit partout monter encore de pareils globules. Cette masse fondue ne se laisse pas absorber dans des tubes.

Beaucoup d'autres sulfures métalliques n'ont donné aucun phénomène semblable.

Le sulfure d'antimoine se contracte en se congelant; il se fait des fentes et fissures, qui souvent se dilatent avec une telle véhémence, que ses particules sont projetées très-loin. J.... L.

13. Sur une Aurore boréale irisée; par F. Bowdoin. (*Americ. Journ. of scien.*; janv. à mai 1830; p. 72.)

Le 8 septembre 1827, à Degenta dans le Maine, M. B. aperçut vers 9 heures et demie un arc brillant qui s'étendait de l'Est à l'Ouest, et dont la partie la plus élevée était environ à 45° au-dessus de l'horizon au Nord; il disparut presqu'instantanément. M. B., et deux de ses amis, virent des pinceaux de lumière dentelés, ou mieux des *colonnes parfaitement irisées*, ressemblant beaucoup à des segmens d'arc-en-ciel. Chacun de ces pinceaux ou colonnes dont les côtés étaient parallèles et les extrémités régulièrement coupées perpendiculairement aux côtés, avaient à-peu-près ½ degré de largeur, et environ 8 degrés en longueur, quoique variables sous ces rapports. Les rayons étaient parallèles, et passaient de l'Est au Nord, leur extrémité inférieure étant à-peu-près à 20° de l'horizon.

CHIMIE.

14. *De l'iodure de potassium comme réactif de l'arsenic*; par le prof. Emmet. (*Ibid.*; janv. à mars 1830; p. 38.)

Quoique les moyens qui ont été proposés pour reconnaître de petites quantités d'arsenic soient assez exacts, les procédés pour arriver aux résultats ne sont guère à la portée des personnes qui n'ont pas l'habitude des manipulations chimiques: d'ailleurs, il est toujours utile d'augmenter le nombre des réactifs et d'en indiquer de nouveaux, quand même ils ne seraient pas d'une grande exactitude.

La dissolution qu'on doit essayer peut renfermer de l'acide arsénieux soit libre, soit combiné avec un alcali.

Dans le cas où l'arsenic a été combiné d'avance avec un alcali, on peut substituer l'iode à l'hydriodate; mais ce moyen ne pourra plus servir si la dissolution ne contient que de l'acide arsénique.

Lorsqu'on opère le mélange de la liqueur arsénicale avec l'hydriodate de potasse, on voit se former un précipité blanc dont nous allons décrire les propriétés.

On produit subitement un précipité en ajoutant de l'hydriodate de potasse à une liqueur qui contient........................	2, 8°/₀ d'acide arsénieux. 1, 8°/₀ d'arsénite de pot.
En ajoutant de l'iode à une liqueur qui renferme................	2, 8°/₀ d'arsénite de pot.

Puisque dans tous les cas où la précipitation a lieu, une goutte de la liqueur versée sur une lame de verre présentera un précipité assez sensible pour qu'on puisse juger de sa nature, nous devons penser que la quantité qui sera indiquée par ce moyen ne surpassera pas $\frac{1}{250}$ de grain; d'ailleurs, une dissolution beaucoup plus faible serait aussi reconnue, surtout en laissant évaporer doucement le liquide; et comme le précipité s'attache très fortement au verre, on peut le laver à plusieurs reprises pour enlever l'excès d'hydriodate de potasse.

Ce précipité bien lavé présente les caractères suivans:

1° L'acide nitrique concentré change la couleur blanche en

brun foncé, en pourpre et même en noir suivant la quantité de cet acide qu'on y ajoute; si l'on vient à mettre de l'amidon, le mélange prend la couleur bleu-foncé caractéristique de la présence de l'iode.

2° L'acide sulfurique concentré à l'aide d'une douce chaleur, produit les mêmes effets; mais à la température ordinaire, il ne fait que changer la couleur blanche en beau jaune.

3° L'acide hydrochlorique concentré développe aussi une belle coloration jaune.

Ces simples expériences, faites avec le soin qu'on met ordinairement à de pareilles choses, suffisent pour reconnaître des quantités très petites d'arsenic : dès que le précipité s'est formé il faut le bien laver pour enlever l'excès d'hydriodate de potasse qui a servi à précipiter. F. d'A....

15. Sur un nouveau sel obtenu par la décomposition partielle du chlorure de mercure ; par M. R. Philips (*Philos. Mag. and Annals of philosophy*, fév. 1830, p. 129.)

En faisant quelques recherches sur les chlorures, M. P. a mêlé du carbonate de chaux à une dissolution de sublimé corrosif et chauffé le mélange, et, à sa grande surprise, il a obtenu un précipité brun, qu'il a attribué à ce qu'un atôme de chlore a été séparé, et que le carbonate de chaux a occasioné le dépôt du protoxide de mercure en décomposant le proto-chlorure: mais en examinant le précipité, il l'a trouvé cristallin, très pesant, et si foncé en couleur, que les plus gros cristaux paraissent noirs; soluble dans l'eau chaude, à peine soluble dans l'eau froide, de sorte que des cristaux se déposent par le refroidissement. Les acides le dissolvent, et la dissolution dans l'acide acétique donne du peroxide de mercure par la potasse, et du chlorure d'argent par le nitrate.

Pour déterminer si une quantité déterminée de sublimé corrosif peut être décomposée par le carbonate de chaux, M. P. a fait bouillir de ces deux substances pendant long-temps avec de l'eau : en versant de la potasse dans la liqueur, il s'est fait un abondant précipité de peroxide. Ce qui prouve que la décomposition n'était pas entière, quoique le carbonate de chaux contînt une quantité de chaux capable de saturer trois fois autant de chlore que le sel en contenait. Il paraît donc que le chlorure

de calcium formé empêche la décomposition, comme le sulfate de potasse empêche celle du sulfate de baryte que l'on fait bouillir avec du carbonate de potasse. La liqueur évaporée donne des cristaux d'un sel déliquescent, formé de chlorure de cal*cium* et de mercure.

Une portion des cristaux chauffés à la chaleur d'un bain d'eau salée n'ont pas donné d'eau. A une plus haute température on a obtenu de l'eau, du sublimé corrosif et du calomel.

Le chlore ayant été déterminé par le nitrate d'argent et l'oxide par la potasse, le sel a donné pour 100,

Acide hydrochlorique...........	7
Peroxide de mercure............	93,5
	100,5

En considérant ce sel comme une *dipermuriate* de mercure, il serait formé de :

1 atôme d'acide...........	37 ou	7,8
2 — de peroxide........	432	92,2
	469	100,0

L'oxide de mercure contenant 4 atômes d'oxigène et l'acide muriatique 1 seul atôme d'hydrogène, qui ne sont pas dans les proportions pour former l'eau, le sel doit être un muriate anhydre et non un chlorure; ce qui se rapporte avec les expériences de Thompson sur le muriate d'or.

On sait qu'en versant peu d'eau de chaux ou de potasse dans du sublimé corrosif, on obtient un précipité brun qui devient jaune par un excès du précipitant.

En décomposant du sublimé corrosif par une quantité de carbonate de soude inférieure à celle qu'exige l'acide muriatique, le précipité est rouge brun, mais non cristallisé, beaucoup moins dense que le dipermuriate, et contient à peine 6,5 d'acide muriatique. Ces précipités paraissent être des mélanges de ce dipermuriate et de peroxide de mercure.

La densité, l'apparence cristalline et la couleur du nouveau sel, dépendent de la manière dont il a été précipité. Un cristal de spath d'Islande ne donne quelques cristaux qu'après plusieurs mois, ils sont très noirs et adhèrent fortement au carbonate. Le marbre en poudre agit plus fortement et sans chaleur. Par ce moyen on obtient les cristaux les plus réguliers, qui se séparent

facilement du carbonate de chaux. Du carbonate de chaux précipité agit plus rapidemeut que le marbre en poudre, mais à chaud, il est difficile de séparer les cristaux de tout le carbonate.

On obtient facilement le dipermuriate en dissolvant 1 atôme=272 grains de perchlorure de mercure, chauffant la solution et y ajoutant 3 atômes=648 grains de peroxide de mercure, obtenu en décomposant le pernitrate par la chaleur ou le sublimé corrosif par la potasse. Ce dernier est préférable à cause de sa division. Par l'ébullition un précipité se forme : 6 grains environ de sublimé corrosif ne sont pas décomposés, et il reste une quantité équivalente de peroxide dans le précipité; on le sépare en faisant bouillir le précipité avec 100 grains d'acide muriatique étendu.

On peut aussi obtenir le sel en chauffant du peroxide de mercure avec une quantité d'acide muriatique insuffisante pour le convertir en sublimé corrosif.

Pendant l'impression de ce mémoire M. P. s'est aperçu que dans ses leçons de chimie, M. Gay-Lussac mentionne la formation de sous-chlorure de mercure par le mélange de perchlorure et de peroxide, et par quelques autres procédés; mais comme cette matière n'a pas été analysée, M. P. a cru ne pas devoir supprimer ses recherches. G. de C.

16. Décomposition des chlorides d'iridium par le platine métallique; par M. Lampadius. (*Erdmanns Journal;* T. IV, n° 12, p. 453.)

L'auteur a reçu de l'un des officiers des mines russes, qui font leurs études à Freyberg, une petite quantité du sel ammoniacal d'iridium (chloride d'iridium et d'ammoniaque), renfermant encore du platine, et qui provient de la préparation du platine à Pétersbourg. C'étaient de petits cristaux d'une couleur noir-rougeâtre. On lui demandait d'en retirer d'une manière économique le platine qu'il renferme.

On fit bouillir le sel ammoniacal d'iridium et de platine pulvérisé, avec à peu près 50 parties d'eau, et, pendant cette opération, on y ajouta, en remuant, de l'éponge de platine, ou du platine laminé; on fit évaporer jusqu'à siccité, et après avoir humecté de nouveau avec de l'eau, on fit évaporer jusqu'à sic-

cité. Ce procédé fut répété jusqu'à ce que la liqueur eût perdu sa couleur brun-rougeâtre, et qu'elle fût devenue jaune de citron. L'iridium, dans cette opération, est précipité par une action électro-chimique par le platine qui se dissout, et cela sous forme d'une poudre métallique fine et noire. La dissolution du sel ammoniacal de platine formée est filtrée encore chaude; on lave les acides avec l'eau chaude, on évapore la dissolution et l'eau de lavage, et le sel ammoniacal de platine calciné donne de l'éponge de platine. Pour terminer les recherches quant aux proportions, M. L. a demandé de plus grandes quantités de matière, et publiera ses résultats.

J.....L.

17. Sur un moyen proposé par M. J. Liebig pour découvrir de très-petites quantités d'acide nitrique; par M. Orfila. (*Journ. de Chim. Méd.;* septembre 1828, p. 409.)

M. O. employait depuis long-temps ce procédé pour découvrir l'acide nitrique; mais il ne lui a jamais paru d'une grande valeur, comme le prouvent les expériences suivantes.

De l'eau acidulée par 1/500 d'acide nitrique, colorée en bleu par quelques gouttes de sulfate d'indigo mêlé avec 7 à 8 gouttes d'acide sulfurique, étant bouillie quelques secondes, la couleur est devenue jaune-pâle; 2 à 3 gouttes d'acide sulfurique n'ont rien produit, et ces gouttes ont décoloré plus promptement.

Un atôme de nitrate de potasse produit le même effet.

L'eau colorée par le sulfate d'indigo conserve sa couleur, même lorsqu'on la fait bouillir avec 15 à 20 gouttes d'acide sulfurique.

Les acides chlorique et iodique agissent de la même manière, et alors ce moyen ne peut suffire comme réactif de l'acide nitrique. M. O. préfère saturer par la potasse la liqueur supposée contenir de l'acide nitrique, évaporer et mêler avec un peu de cuivre et ensuite de l'acide sulfurique.

18. Réduction du platine; par M. Kastner. (*Kastner's Archiv;* n° 18, p. 388.)

Un volume d'éther vineux et 3 vol. d'une dissolution de chloride de platine pas trop concentrée, furent mis dans un petit

flacon à l'émeri et placés dans un endroit à l'abri de la lumière. (c'était dans l'hiver 1828-29). Après huit jours et après un froid de —15° R., on voyait au milieu un enduit d'un pouce de largeur et compact, formé de platine métallique.

19. NOTE SUR LA PRÉPARATION DES OXIDES DE COBALT ET DE NICKEL; par M. J. LIEBIG. (*Annal. de Chim. et Phys.;* février 1830, p. 204.)

Le procédé donné par M. Woehler pour la séparation du cobalt et du nickel d'avec l'arsenic, ne laisse rien à désirer; mais il ne peut être employé en grand: le procédé suivant de cobalt exempt d'arsenic et de fer.

On réduit le minerai de cobalt en poudre fine et on le torréfie avec soin. On en prend 1 partie que l'on jette par petites portions dans 3 parties de bi-sulfate de potasse fondu à une douce chaleur dans un creuset ou un vase de fer. Le mélange, d'abord liquide, s'épaissit et forme une pâte ferme : on augmente le feu et on fait fondre jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs blanches : on retire la matière avec un cuiller de fer et on recommence l'opération.

La masse fondue contient des sulfures de cobalt et de potasse, de l'arséniate, d'oxide de fer et peu de cobalt. On pulvérise, on fait bouillir avec de l'eau tant que la matière est rude au toucher : on sépare par le filtre un résidu blanc jaunâtre ou rosé, on y verse du carbonate de potasse du commerce, qui ne doit pas contenir de silice, et on lave le carbonate avec de l'eau chaude. La première liqueur est du sulfate de potasse qu'on peut évaporer et rendre acide pour s'en servir de nouveau.

L'oxide de cobalt ne contient pas de nickel ni de fer, tout au plus pourrait-il renfermer un peu de cuivre; si le minerai en contenait, on le séparerait par les moyens connus.

La solution de la masse fondue donne quelquefois un précipité jaune brunâtre par l'hydrogène sulfuré. On y trouve cependant peu d'arsenic : ce précipité est du sulfure d'antimoine ou de bismuth et souvent un mélange des deux.

En ajoutant à la masse fondue du sulfate de fer calciné au rouge et 1/50 de nitre, le résidu n'est que de l'arséniate de fer qui ne contient pas d'arséniate de cobalt. On n'est pas obligé de traiter une seconde fois.

Pour obtenir un bon résultat, il faut dégager l'excès d'acide du sulfate de potasse.

Ce procédé est fondé sur la non décomposition du sulfate de cobalt par la chaleur rouge, et sur l'insolubilité des arséniates de fer et de cobalt dans les liqueurs neutres.

Pour obtenir le nickel pur, on grille le speiss, on le mêle avec 1/2 de son poids de fluate de chaux et 3 à 3, 5 d'acide sulfurique, dans une bassine de plomb, et on chauffe doucement : au-dessus de 100°, la matière s'épaissit et s'attache fortement au fond, ce qu'on évite en remuant bien : il se dégage beaucoup de chlorure d'arsenic qu'il faut dégager par un bon tirage de cheminée.

On brise la masse sèche en gros morceaux, on calcine avec soin pour chasser l'acide sulfurique, on dissout dans l'eau chaude, on sépare le sulfate de chaux et on précipite le fer par les moyens connus.

On peut aussi dissoudre le minerai grillé dans l'acide sulfurique en ajoutant 1/5 de nitre, puis ajouter du fluate de chaux; ce qui est avantageux, parce que le fer est à l'état d'oxide rouge.

Si on ne voulait obtenir que le *Packfond* ou *Argentan* on évaporerait à siccité la dissolution de sulfate de nickel, on calcinerait et on réduirait l'oxide de nickel contenant du fer, par les procédés ordinaires.

Ce procédé est fondé sur ce que l'acide sulfurique transforme l'acide arsénique en acide arsénieux, et que celui-ci, décomposé par l'acide chlorique, donne de l'eau et du chlorure d'arsenic volatil.

20. Sur l'acide pyro-phosphorique et les pyro-phosphates; par M. Stromeyer. (*Annal. der Physik und Chemie*; T. 43, p. 364.)

Il y a quelques années, un élève de M. Stromeyer remarqua par hazard que le phosphate de soude calciné précipitait en blanc le nitrate d'argent; M. S. s'assura que l'acide préparé avec le phosphore et l'acide nitrique jouissait de cette propriété, et que l'acide obtenu par la combustion vive du phosphore, précipitait de la même manière sans avoir besoin d'être calciné.

L'acide que l'on obtient par la combustion du phosphore sous l'eau par l'oxigène, réduit la dissolution d'argent.

M. Clarke ayant observé ce phénomène, remarqua que le phosphate de soude calciné se combinait avec l'eau en d'autres proportions et cristallisait autrement que le phosphate ordinaire, a pensé que cet effet pouvait être dû à une action analogue à celle par laquelle le sulfate de soude se change en sulfate et sulfure.

M. S. a recherché la véritable cause de cette différence, et voici les résultats qu'il a obtenus.

Les deux sels d'argent diffèrent par leur densité; celle du pyro-phosphate est 7,5 et celle du phosphate de 7,321. Ils sont tous les deux pulvérulens quand ils sont secs, et ne donnent pas d'eau à une chaleur rouge; quoique le pyro-phosphate paraisse en renfermer, quand il se précipite, mais il l'abandonne aussitôt.

Chauffé au rouge, le pyro-phosphate se fond en un liquide brun foncé, qui forme par le refroidissement une masse saline, incolore, et cristallise en aiguilles. Long-temps avant de se fondre, il se colore en jaune-brun et conserve un peu de cette teinte.

Le phosphate fond difficilement : on ne peut le liquéfier sur une feuille de platine et dans un tube de verre, à la lampe à alcool, sur une feuille de platine ou dans un tube de verre; mais il fond bien au chalumeau, ou sur une feuille de platine à la lampe de Marcet. Avant le rouge obscur, il devient rouge-brun; en refroidissant, il redevient jaune; fondu, il devient brun : tenu quelque temps en fusion, il se forme du pyro-phosphate qui le rend plus fusible et d'une couleur plus pâle; chauffé alors au chalumeau ou à la lampe à alcool, et en contact avec la flamme et surtout la flamme intérieure, il paraît, après le refroidissement, coloré en bleu à la surface. A la lumière, le pyro-phosphate devient rouge et le phosphate noir.

Le pyro-phosphate est insoluble comme le phosphate, l'acide nitrique le dissout sans altération, et l'ammoniaque le précipite; mais quand on le fait bouillir, cette base précipite du phosphate jaune. L'acide hydrochlorique le décompose; l'acide sulfurique agit comme l'acide nitrique; l'acide acétique ne paraît pas le

dissoudre ; il est un peu soluble dans l'ammoniaque, d'où les acides le précipitent sans l'altérer.

Le phosphate d'argent bouilli avec le pyro-phosphate de soude n'éprouve aucune altération; et le pyro-phosphate d'argent avec le phosphate de soude donne presque immédiatement du phosphate d'argent jaune et du pyro-phosphate de soude. Les pyro-phosphates de cuivre, plomb, zinc, etc., agissent de même. En versant du nitrate d'argent dans un mélange de phosphate et de pyro-phosphate de soude, le phosphate d'argent le précipite le premier, et d'après cela l'acide pyro-phosphorique est moins fort et différent de l'acide phosphorique.

Les pyro-phosphates précipités se dissolvent presque entièrement dans un excès de phosphate de soude, et quelques-uns avec une grande facilité, par exemple ceux de plomb, cuivre, nickel, cobalt, urane, bismuth, manganèse, oxidule de mercure, glucine et yttria. Les pyro-phosphates d'oxide de mercure et d'oxide de chrome, de baryte, strontiane et chaux, ne se redissolvent pas ou difficilement, tandis que le phosphate de soude ne forme presque généralement, avec les solutions métalliques, que des précipités permanens.

L'acide pyro-phosphorique obtenu par la calcination de l'acide phosphorique prenant à l'air la proprieté de précipiter les sels d'argent en blanc, il serait possible que cet effet fût dû à une oxigénation : et cet acide ne peut être une variété de l'acide phosphorique puisqu'il ne réduit ni l'oxide de mercure, ni ses sels, et qu'il ne se décompose pas à une forte chaleur : comme par la combustion du phosphore, il ne se forme pas d'acide phosphorique, mais de l'acide pyro-phosphorique; que beaucoup de substances, comme le sélénium, le soufre, l'arsenic, ne passent pas au maximum d'oxigénation par la combustion, il serait possible que l'acide ne fût pas au maximum d'oxigénation; mais l'acide pyro-phosphorique et le pyro-phosphate de soude, traités par l'acide nitrique, se changent en acide phosphorique et phosphate, sans décomposition de l'acide nitrique; les acides sulfurique, hydro-chlorique et acétique, et même l'acide phosphorique et l'eau, font passer l'acide pyro-phosphorique à l'état d'acide phosphorique, et il ne se dégage pas d'oxigène sans la transformation de l'acide phosphorique en acide pyro-phosphorique; ce qui détruit la première opinion.

On ne peut non plus attribuer à une oxigénation ou à de l'eau la nature de cet acide, et il est probable que la différence est due à la manière dont les élémens combinés, plutôt qu'à une différence dans les proportions des élémens : pour arriver à ce but, M. Stromeyer a analysé les sels d'argent de ces acides. 100 de pyro-phosphate de soude ont donné 222,0854 de pyro-phosphate d'argent.

Du nitrate d'argent fondu a été précipité par du pyro-phosphate et du phosphate de soude jusqu'à ce que le précipité ne se redissolve plus; on a obtenu pour moyenne de deux expériences :

	Pyro-phosphate.	*Phosphate.*
Acide	14,541	16,288
Oxide	75,459	83,712

En précipitant l'argent par un chlorure et un sulfure, on a obtenu pour moyenne :

	Pyro-phosphate.	*Phosphate.*
Acide	24,61	16,545
Oxide	75,39	83,469

Donc 100 d'acide phosphorique se combinent à 504,412 d'oxide d'argent, et 100 d'oxide d'argent exigent 19,825 d'acide phosphorique.

Et 100 d'acide pyro-phosphorique prennent 306,338 d'oxide d'argent, et 100 d'oxide 32,664 d'acide.

Donc la quantité d'oxide d'argent qui se combine avec l'acide pyro-phosphorique est à celle que prend l'acide phosphorique : : 3 : 5.

Cette grande capacité de l'acide phosphorique explique l'acidité d'une dissolution de phosphate de soude après la précipitation par la dissolution d'argent ou une dissolution fortement alcaline de chaux ou de baryte, et c'est par la même raison que le phosphate de soude entièrement neutralisé par l'acide phosphorique se change par la chaleur en pyro-phosphate qui a une forte réaction alcaline.

En transformant du pyro-phosphate de soude en phosphate, en le faisant bouillir avec de l'acide nitrique et précipitant par un sel d'argent, ou précipitant du pyro-phosphate d'argent par l'acide hydro-sulfurique et le convertissant en phosphate d'ar-

gent, M. Stromeyer s'est assuré qu'on obtenait la même quantité de phosphate.

Il résulte de ces faits que les mêmes élémens chimiques réunis en mêmes proportions, peuvent donner des combinaisons toutes différentes dans leurs caractères physiques et leurs propriétés chimiques.

21. Sur le Kermès minéral ; par M. Rose. (*Annalen der Phys. und Chemie ;* 1829, n° 10.)

Quelque temps après que M. Berzélius eut reconnu le premier la véritable composition du kermes minéral, M. Rose entreprit l'analyse de cette substance à l'occasion de quelques autres combinaisons d'antimoine. Il trouva dans le kermès 72,32 p. c. d'antimoine métallique, ce qui s'approche si près, pour la proportion de l'antimoine, au sulfure d'antimoine ordinaire qui, d'après M. Berzélius, en contient 72,77 p. c., que par cet accord, il croyait avoir confirmé ce qu'avait conclu M. Berzélius. Mais ce résultat était contraire à l'opinion de M. Robiquet, qui suppose une portion d'oxide d'antimoine dans le kermès; et cette opinion avait été également embrassée plus tard par MM. Buchner, Henry fils, et par un de nos chimistes les plus distingués, M. Gay-Lussac.

En exécutant l'analyse quantitative de cette matière, M. Rose le décomposa par l'hydrogène; après l'avoir parfaitement séché, on ne remarqua pas une formation d'eau, ce qui devrait avoir eu lieu s'il y avait eu de l'oxide d'antimoine. Comme dans cette décomposition le procédé est extrêmement simple, une faute ne pourrait avoir eu lieu qu'en pesant l'appareil avant ou après l'expérience. Cela, et surtout la remarque de M. Gay-Lussac d'avoir obtenu de l'eau en traitant le kermès par l'hydrogène, détermina M. Rose à répéter ses essais antérieurs.

Il prépara le kermès avec le carbonate de soude et l'antimoine sulfuré du commerce. Après avoir filtré rapidement, il laissa déposer le kermès et filtra une demi-heure après sa formation, il le lava bien et assez long-temps, et il le sécha dans un poële jusqu'à ce qu'il ne perdit plus rien de son poids. En traitant par l'hydrogène 0,737 gr. de ce kermès, il n'obtint point d'eau, mais 0,536 gr. d'antimoine métallique, ce qui correspond à une proportion de ce métal=72,71 ; résultat qui confirme

les observations antérieures de M. Berzélius et les siennes. Dans deux autres expériences, dans la dernière desquelles le kermès n'était pas entièrement sec, il obtint 70,76 et 71,41 p. c. du même métal. La très-petite portion d'eau obtenue provenait de l'humidité, car elle se manifestait au commencement de l'essai, avant que le sulfure d'antimoine fût décomposé par l'hydrogène. Si elle avait été due à une portion d'oxide d'antimoine dans le kermès, elle se serait formée en même temps que l'hydrogène sulfuré, et on aurait dû obtenir une plus grande quantité d'antimoine métallique, que celle provenant du sulfure, parce que l'oxide d'antimoine renferme plus d'antimoine que n'en contient le sulfure d'antimoine. Si le kermès était une combinaison d'un atôme d'oxide d'antimoine avec deux atômes de sulfure d'antimoine, comme le suppose M. Gay-Lussac, M. Rose aurait dû obtenir 76,25 p. c. d'antimoine métallique par l'analyse avec l'hydrogène. Il obtint, à très-peu près, cette quantité de l'antimoine oxi-sulfuré naturel.

Il semble qu'une dissolution de carbonate de potasse ou de soude agisse de la même manière sur le sulfate d'antimoine que les dissolutions caustiques de ces alcalis. Aprés avoir filtré le kermès aussitôt que possible après sa formation, la liqueur filtrée, contenant le carbonate de potasse, se trouble après un temps plus ou moins long, et il se dépose un précipité blanc qui contient de l'antimoine oxidé et de l'alcali, fait dont Cluzel, dans sa longue description du kermès, n'a même pas fait mention. La liqueur dégage encore de l'hydrogène sulfuré et de l'acide carbonique quand on le traite par un acide, et il se dépose du sulfure d'antimoine d'une couleur rouge orangée. Il est donc évident que la formation du kermès se passe par la désoxidation d'une partie d'alcali pour former du proto-sulfure de potassium, ou du sulfure de sodium et de l'antimoine oxidé.

Le sulfure métallique dissout de l'antimoine sulfuré non décomposé, il en dissout cependant plus à chaud qu'il n'en peut retenir à froid, et cet excès se sépare bientôt sous forme de kermès avant même que le liquide ne soit entièrement refroidi. L'antimoine oxidé, au contraire, se combine avec une partie de potasse non décomposée, et cette combinaison se sépare enfin très-tard, étant très-difficilement soluble. Ainsi, quand on ne filtre pas le kermès peu de temps après qu'il s'est déposé, il

peut contenir non-seulement de l'antimoine oxidé, mais aussi de l'alcali. Les deux substances ont été trouvées dans le kermès. Il est très-difficile d'en éloigner les dernières traces par le lavage. En traitant l'antimoine métallique, obtenu par l'acide hydro-chlorique concentré, on apercevait une odeur très-faible d'hydrogène sulfuré; et quand on étendait d'eau le tout, ajoutant ensuite de l'hydrogène sulfuré dans l'eau, filtrant pour séparer des flocons rares de sulfure d'antimoine précipité, et évaporant, on trouva si peu de chlorure de sodium qu'il était impossible de les peser. Par conséquent, quand on trouve dans un kermès de l'antimoine oxidé et de l'alcali, il faut les considérer toujours comme mélangés, et non pas comme parties constituantes.

Ayant vu que, dans la préparation du kermès au moyen du carbonate d'alcali, il ne se dégage pas d'acide carbonique, on croyait la formation du kermès une simple dissolution du sulfure d'antimoine dans la dissolution du carbonate alcalin. Mais comme l'antimoine s'oxide ici, et qu'on peut obtenir l'antimoine oxidé dans la liqueur filtrée du kermès, il est nécessaire que la formation du sulfure de potassium ou du sulfure de sodium se fasse par la production de bicarbonate ou de sesqui-carbonate alcalin. Au reste, on peut produire le sulfure de potassium ou de sodium en faisant bouillir de la fleur de soufre avec une dissolution de carbonate de potasse, aussi bien qu'avec les alcalis caustiques, qui agissent un peu plus lentement. La liqueur filtrée est jaune, et sursaturée par des acides, elle donne un précipité de soufre et du gaz hydrogène sulfuré.

M. Berzélius a démontré que, dans la formation du kermès, il se produit de l'acide antimonieux par l'absorption de l'oxigène de l'air. En effet le précipité blanc, qui se dépose dans le liquide duquel on a filtré le kermès, est un antimonite et non une combinaison d'oxide d'antimoine et d'alcali; il ne donne pas de fumée d'antimoine comme celui-ci, en le chauffant sur une lame de platine, mais il fait voir, au contraire, en le chauffant, cette ignition remarquable que Berzélius a découverte dans les combinaisons de l'acide antimonieux et de l'acide antimonique. Le kermès n'a pas d'éclat métallique comme le sulfure d'antimoine naturel et celui que l'on fait dans les laboratoires,

Cependant, quand on met une petite quantité de kermès sur le papier, en le comprimant avec une baguette de verre, il acquiert un éclat métallique d'autant plus fort que le kermès est plus pur. C'est ce qui est commun à tous les précipités pulvérulens dépourvus d'éclat métallique, et qui manifestent cet éclat à l'état cristallisé ou après la fusion. J....L.

22. Sur un moyen de remplacer les tubes de Welther, avec des notes sur divers autres objets; par M. Mitchell. (*American Journ. of sciences;* 1830, p. 345.)

M. M. trouvant au tube de Welther, parmi d'autres inconvéniens, ceux d'être très-fragiles, et d'exiger une longueur démesurée de la grande branche pour supporter une certaine pression, propose de se servir de tubes usés à l'émeril dans le col des flacons, percés d'un trou sur l'une de leur surface vers la partie supérieure, et où l'on place un autre tube avec un entonnoir pour verser le liquide qui déborde alors par le trou pratiqué sur le côté.

23. Sur les doubles chlorures d'or; par J. Johnston. (*Edimb. Journ. of science;* juillet 1830, p. 131.)

Les chlorures d'or et de sodium ou de potassium ont été examinés par MM. Thomson et Figuier. Leurs analyses du sel de sodium se rapportent à très-peu près.

	Thomson.	*Figuier.*
Chloride de sodium.....	14,85	14,1
Chloride d'or..........	67,33	69,3
Eau..................	17,82	16,6

M. Thomson regarde donc ce sel comme composé de

1 atôme	bi-chloride d'or	34	50,5
1 —	chloride de soude	7,5	
8 —	Eau	9	

Mais cette analyse présente un argument contre son exactitude. L'oxide d'or est un *tritoxide*, les chlorures en se dissolvant dans l'eau sont supposés devenir muriates; par conséquent en dissolvant le chlorure d'or et de sodium, trois atômes d'oxigène doivent s'unir à l'or pour former un tritoxide, deux d'hydrogène se combiner avec deux de chlore pour former l'acide muriatique, et le troisième devrait s'échapper; mais comme il

ne se fait aucun dégagement de gaz pendant la dissolution, l'or ne peut être à l'état de bi-chlorure.

M. Berzélius admet qu'en fondant les cristaux obtenus par la dissolution de l'or dans l'eau régale, il se dégage de l'eau, de l'acide muriatique et du chlore, et qu'il reste un *tri-chlorure* d'or, lequel peut, s'il n'a pas été assez chauffé, contenir encore du sel acide; en chauffant ce tri-chlorure jusqu'à ce qu'il cesse de donner du chlore, on obtient un proto-chlorure.

M. Thomson admet au contraire que le muriate d'or ne peut être transformé en chlorure par la chaleur; il dissout l'or dans l'eau régal, évapore pour avoir une solution rouge brun, et pèse la masse solide obtenue par le refroidissement, précipite l'or par une lame de cuivre, la lame par la potasse, et l'acide hydrochlorique par le nitrate d'argent après avoir acidifié par l'acide nitrique, et regarde la combinaison comme formée de deux atômes d'acide, un de peroxide d'or et cinq d'eau.

M. J. fait remarquer d'abord que rien ne prouve que la masse soit une combinaison définie, et que l'analyse est trop compliquée pour donner des résultats positifs; si cette analyse était exacte, ce serait une anomalie très-singulière.

Pendant un séjour à Stockholm, M. Berzélius invita M. J. à l'aider dans l'analyse du chlorure d'or, et comme il est difficile de peser le chlorure d'or à cause de sa déliquescence, il choisit les chlorures doubles.

Le chlorure d'or et de sodium fut décomposé par l'hydrogène, une autre partie par le carbonate de soude, et la liqueur saturée par l'acide nitrique, précipitée par le nitrate d'argent, on le trouva formé de:

1 atôme chlorure de sodium, 1 tri-chlorure d'or, 4 d'eau.
Le Dr Thomson a fait une erreur de 8,835 ou $\frac{1}{3}$ sur la quantité de chlore combiné avec l'or.

M. J. a repris ces expériences en se servant de chlorure double cristallisé en grandes lames, qui retiennent 1 °/₀ d'eau mécaniquement mêlée; ses résuldats concordent avec ceux de M. Berzélius.

Le chlorure d'or et de potasium a été analysé par Javal, sa composition serait 3 atômes chlorure de potasse et 2 de tri-chlorure d'or. Ces proportions diffèrent beaucoup de celles obtenues par MM. Berzélius et Thomson. M. J. a analysé des cris-

taux volumineux qu'il croit plus purs que ceux que M. Berzélius a employés. Ils seraient formés de 1 atôme de chlorure de potassium, 3 de tri-chlorure d'or et 4 d'eau, ce qui s'accorde parfaitement avec la théorie.

L'analyse du chlorure d'or et d'ammoniaque n'avait pas été publiée. M. Forchammer, qui avait fait quelques expériences à ce sujet, en avait obtenu 48, 1 °/₀ d'or et 13 d'eau. Ces résultats diffèrent essentiellement des résultats obtenus par M. Johnston.

On forme aisément ce sel en laissant évaporer spontanément un mélange de chlorure d'or et de sel ammoniac; il est en petits prismes d'un jaune d'or ou en gros prismes droits à sommet rectangulaire, ou en prismes à 6 pans. Quand cette liqueur contient un excès de sel ammoniac, il se forme de grandes lames d'un beau jaune d'or et d'un éclat nacré qui perdent promptement leur transparence à l'air; après quelque temps ils tombent en une poussière noire; à la chaleur du bain-marie, ils perdent leur eau et éprouvent une demi-fusion; à une plus haute température, ils se fondent en un liquide rougeâtre, dégagent du chlore et du sel ammoniac, et laissent de l'or qui conserve la forme des cristaux.

Les quantités d'eau ou de sel ammoniac varient de telle sorte que dans 10 ou 12 analyses, M. J. n'a jamais obtenu les mêmes proportions; l'eau varie de 4 à 6 °/₀.

La moyenne de 5 analyses donne 1 atôme d'or, 4 de chlore, 1 d'ammoniac, 2 d'eau.

Chlorures rouges d'or.

Les sels de potasse et d'ammoniaque dont il a été question se dissolvent dans l'eau régale avec dégagement de deutoxide d'azote et de chlore, et donnent des solutions qui varient du jaune rougeâtre au rouge de sang foncé; en refroidissant, ces solutions déposent des prismes jaunes ressemblant au sel primitif, mais devenant rouge foncé quand on les chauffe à environ 300°. La solution évaporée à siccité donne une masse rouge de sang, qui, par le sel ammoniac passe souvent au pourpré, attire l'humidité, et se réduit en un liquide qui concentré par la chaleur, se prend en une masse formée de prismes rouges. La matière est partiellement décomposée par l'alcool, et l'on obtient pour résidu un mélange de chlorure, de potassium s'il en existe, et d'un sédiment jaune que l'on reconnaît au mi-

croscope pour de l'or qui reprend son apparence par une seule goutte d'acide hydro-chlorique. L'alcool devient rouge foncé, et donne par l'évaporation des prismes à 4 pans, jaunes, déliquescens. Au-dessus de 100° le sel fond, se dessèche, et, au microscope, on aperçoit des cubes. L'alcool décompose ces cristaux comme les premiers; avec le potassium, on obtient un sel semblable, mais par l'évaporation de la liqueur alcoolique, on obtient peu de masse rouge, et les cristaux jaunes ne deviennent pas rouges par la chaleur.

M. Berzélius a décrit de semblables sels de palladium, rhodium, iridium et osmium, et M. Magnus a aussi formé des sels rouges de palladium.

Chlorures doubles jaunes d'or et des autres bases.

M. J. n'a formé que celui de barium qui cristallisant en prismes rhomboïdes, est déliquescent et donne un sel rouge; les autres ont été examinés par M. Bonsdorf.

24. COMPOSITION DES SELS QUE L'ON RETIRE DE QUELQUES SALINES DES ENVIRONS D'IRKOUTSK ET DE L'EAU DE LA MER D'OKHOTSK; par le D[r] HESS. (*Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg*, 6[e] série, Tom. I, p. 11. — *Annal. de Chim. et Phys.*; août 1829, p. 428.)

Le but du travail de M. Hess était de rechercher si les pertes considérables que les sels du gouvernement d'Irkoutsk éprouvent dans les magasins, provenaient d'infidélités ou de la qualité des sels. Il en est résulté que les sels déliquescens y entrent quelquefois pour $\frac{1}{4}$ et sont la cause des pertes éprouvées.

M. Hess a trouvé dans les sels de la mer d'Okhotsk, le chlorure d'aluminium qui n'a encore été rencontré dans celle d'aucune autre, et il attribue à ce chlorure et à ceux de magnesium et d'aluminium, la plus grande partie des maladies scorbutiques des habitans de ce pays. Il propose pour purifier ces sels des moyens déjà connus, et un autre nouveau qui est une décomposition chimique, et propose pour déterminer la pureté des sels, un aréomètre d'une construction particulière.

25. I. SUR UNE MASSE DE FER NATIF DU DÉSERT D'ATACAMA AU PÉROU; par TH. ALLAN. (*Transact. of the roy. Society of Edinburgh;* Tom. XI, part. I, p. 223; et *Edinb. Journ. of sciences;* oct. 1828, p. 259.)

II. Analyse de ce fer météorique, par le Dr Turner. (*Édinb. Journ. of sciences*; oct. 1828, p. 259.)

Les échantillons furent pris sur une masse estimée environ à 3 quintaux; elle existe à l'origine d'une veine de fer solide d'un demi yard de grosseur, situé au pied de la montagne. La plaine opposée présente des fragmens semblables; les Indiens les appellent *Reventazones*, supposant qu'ils ont été produits par l'explosion des mines.

Ce fer a tous les caractères extérieurs des fers météoriques : il est plus blanc que le fer ordinaire, et se trouve, dans quelques parties, recouvert d'une couche très-mince d'oxide de fer. Les interstices contiennent de l'olivine; la pesanteur spécifique est de 6,687; celle d'une portion forgée sous forme de clou, est de 7,488.

29, 44 de ce fer furent exposés à l'action de l'eau régale, et complètement dissous; la solution étendue d'un peu d'eau froide fut neutralisée par le bi-carbonate de potasse, pour précipiter le fer et retenir le cobalt et le nickel. L'oxide de fer bien lavé fut traité par l'acide oxalique qui ne laissa pas de résidu.

La liqueur d'où le fer avait été précipité, avait une teinte verte; portée à l'ébullition, elle déposa du carbonate hydraté de nickel; la précipitation fut complétée par la potasse pure, le précipité bien lavé fut traité par l'acide oxalique, la liqueur ne contenait aucune trace de fer. L'oxalate de nickel fut dissous dans l'ammoniaque, et quand tout l'oxalate de nickel fut précipité par l'évaporation spontanée, la liqueur resta d'une couleur d'œillet pâle; par l'évaporation, elle laissa un peu d'oxalate de cobalt.

L'oxalate de nickel calciné donna 4,174 grains de protoxide de nickel, équivalent, d'après les tables de Thomson, à 3,192 grains de nickel ou 10,84 p. °/₀. La quantité de cobalt est de moins de 1 p. °/₀. G. de C.

26. Analyse d'une pierre météorique de la Louisiane; par Ch. Uphan Shepard. (*Americ. Journ. of Science*; juillet 1829, p. 217.)

Après s'être assuré que la pierre ne contenait que du nickel,

M. Shepard en fit dissoudre une portion dans l'eau régale et versa dans la liqueur de l'ammoniaque en excès; l'oxide de fer fut lavé et les eaux réunies évaporées à siccité pour chasser une portion d'ammoniaque, on versa de l'eau chaude sur le résidu et on obtint l'oxide de nickel en flocons d'un vert pomme : on trouva :

Fer..................	90,020
Nickel................	9,674
	99,694
Perte.................	0,306

27. Sur la formation de l'éther acétique par la décomposition réciproque de l'hydrocarbure de chlore et de l'eau. (*Annal. de chimie et phys.*; octobre 1829, p. 221.)

En versant très-peu d'eau dans un vase qui contiendra de l'hydro-carbure de chlore, qu'on expose le mélange à la lumière, il se forme très-promptement de l'acide hydro-chlorique qui se dégage aussitôt qu'on ouvre le vase, et le liquide restant manifeste l'odeur de l'éther acétique. Au bout de quelque temps toute l'eau a disparu; si on en ajoute de petites quantités, toujours sous l'influence de la lumière, on obtient une quantité notable d'éther acétique. En effet l'éther acétique est formé de $4O+8C+8H$, et l'hydro-carbure de chlore est composé d'une proportion de chlore, et 2 de gaz oléfiant, ou 1 chlore $+2C+2H$; en multipliant ces atômes par 4 on aura évidemment 4 chl. $+8C+8H$. Il paraît que cet éther peut aussi se former en oxidant l'alcool; et que l'on peut y parvenir en distillant ce corps avec de l'acide sulfurique et de l'oxide noir de manganèse.

E. D.

28. Sur une encre indélébile; par M. Braconnot. (*Annal. de chimie et de phys.*; février 1829, p. 219; et août, p. 439).

M. Braconnot a cru remarquer que l'on pouvait faire une encre indélébile avec le procédé suivant. On fait dissoudre 20 grammes de potasse de Dantzig dans l'eau bouillante, on y ajoute 8 grammes de matière animale bien divisée (il s'est servi de parures de peau tannée) et 5 grammes de fleurs de soufre; on fait bouillir jusqu'à siccité dans un vase de fonte, on chauffe

en agitant jusqu'à ce que la matière se ramollisse, en prenant garde qu'elle n'entre en ignition ; on ajoute de l'eau et on filtre sur une toile lâche ; on conserve cette liqueur dans un flacon bouché ; une seule *plumée* suffit pour écrire une ou deux pages in-4°. Cette encre coule beaucoup mieux que l'encre ordinaire ; la potasse caustique bouillante ne la détruit pas, tout en agissant sur le papier. Du papier écrit avec cette encre, plongé un instant dans l'acide sulfurique médiocrement concentré, s'est dissous en passant à l'état gommeux ; sur la portion non dissoute et très-mince, on pouvait lire l'écriture comme avant. Au bout de 24 heures l'acide nitrique concentré, même par la chaleur, ne fait pas disparaître les caractères. Macérés dans du chlorure de chaux mêlé d'acide hydro-chlorique et ensuite pendant 24 heures dans de la potasse caustique, et la liqueur bouillie à siccité, les fragmens de papier ont laissé lire l'écriture.

Mais plus tard l'auteur a reconnu que cette encre disparaissait par des macérations répétées de chlore et de potasse.

29. Sur la préparation du brôme avec l'eau-mère de la saline de Schoenebeck. (*Ibid.* ; févr. p. 120.)

M. Hermann, depuis plus d'un an retire du brôme de l'eau-mère de la saline de Schoenebeck, pour le livrer au commerce ; il prétend que le bromure de magnésium existant dans cette eau n'est pas décomposé par l'acide sulfurique, sans le concours du peroxide de maganèse ; conséquemment que l'on doit, par plusieurs cristallisations, séparer la majeure partie des sels existans, et obtenir alors une eau-mère d'autant plus riche en brôme. M. Löwig, au contraire, a cherché à prouque le bromure de magnésium est décomposé par l'acide sulfurique, et que l'on obtient en abondance de l'acide hydro-bromique, comme produit de la distillation. Il ne nous est pas permis de donner raison à l'un de ces deux chimistes, seulement nous croyons devoir transmettre la réflexion de M. Poggendorff à qui nous empruntons cet article : Il me semble, dit ce savant, *que le procédé repose sur ce que l'acide hydro-chlorique est plus volatil que l'acide hydro-bromique, et je crois, d'après cela, que les produits de la distillation varieraient avec la température.* E. D.

30. **Examen d'un nouveau combustible fossile**; par M. Macaire Prinsep. (*Biblioth. univers.*; janvier 1829, p. 68.)

Cette substance a été découverte par M. le colonel Scherer, dans une carrière de lignites exploitée près d'Urnach, dans le canton de St.-Gall : elle se rencontre en petits cristaux blancs, aciculaires, comme nacrés, sans saveur, sans odeur, d'une densité de 0,65; elle devient liquide à 44°, se volatilise à-peu-près à 92° et se distille sans laisser de résidu; elle se sublime sous forme d'aiguilles rayonnées. Insoluble dans l'eau, elle est peu attaquée dans l'alcool froid; mais elle s'y dissout avec l'aide de la chaleur. Elle diffère par plusieurs de ses caractères de la naphtaline dont elle se rapproche par la manière dont elle se comporte avec l'éther, l'essence de térébenthine, les huiles grasses et l'acide sulfurique. L'auteur a analysé comparativement ce nouveau corps et la naphtaline par l'oxide de cuivre. Il trouve cette dernière composée de Carbone.... 86
Hydrogène. 13,8
ou à-peu-près un atôme de carbone et un atôme d'hydrogène, comme dans le gaz oléfiant.

Le nouveau corps contient : Carbone......... 73
Hydrogène....... 24
ou deux atômes d'hydrogène contre un de carbone, ce qui est aussi la composition de l'hydrogène proto-carburé. V. D.

31. **Essai de Chimie microscopique appliquée à la Physiologie**; par M. Raspail. (*Annal. des scien. d'observ.*; mars 1830, p. 369.)

Pour arriver à l'analyse des graines des céréales, M. R. examine dans ce mémoire le gluten, l'albumine végétale et animale.

Parmentier avait recherché dans quelle partie de la graine existait le gluten; mais il avait cru découvrir qu'il ressemblait au son par beaucoup de points, et qu'il n'occupait pas d'autre région que l'écorce de la graine.

En examinant une graine de céréale au microscope, après avoir pratiqué une coupe longitudinale, on voit que l'embryon est appliqué immédiatement au-dessous d'une large empreinte en écusson, placée à la base de la surface convexe de la graine; qu'il est entouré, à l'exception de la face antérieure, d'un péri-

sperme blanc; en faisant des coupes transversales sur toute son étendue, humectant d'une goutte d'eau l'une de ces tranches et la malaxant avec deux pointes d'aiguilles, la substance se tiraille, se déchire en répandant des flots de graines de fécules, et s'attache au porte-objet et aux pointes sous forme de filamens fibrineux.

Dans l'alcool, ces tranches restent cassantes; l'ammoniaque, les acides acétique et hydro-chlorique les ramollissent et les dissolvent presqu'entièrement.

Une tranche transversale de périsperme de l'orge ne donne pas d'indices de tissu cellulaire, mais une coupe longitudinale, placée à sec sur le porte-objet, montre de grandes cellules jouissant de toutes les propriétés du gluten.

Le froment donne beaucoup de gluten, tandis que l'orge n'en donne que très-peu, quoique le tissu cellulaire ne diffère pas; mais le premier est élastique, le dernier cassant, et dans un même grain d'orge certaines portions des cellules se soudent par malaxation, d'autres s'y refusent. Beccaria avait remarqué que la même graine contient ou non du gluten, suivant la nature du sol et des expositions. L'*Avena sativa* contient du gluten dans certains pays et pas dans d'autres.

En malaxant le gluten, les bords déchirés se soudent, et M. R. assure que suivant la manière de presser la farine dans le lavage, elle donne plus ou moins de cette substance. On obtient moins de gluten quand on presse perpendiculairement la pâte, que quand on la roule avec effort sur elle-même. La partie de gluten, très-divisée dans l'eau de lavage, se réunit peut-être par l'ébullition et forme l'albumine végétal.

Pour répondre à l'objection que le gluten étant très-azoté élaborait des globules privés d'azote, M. R. imagine que l'azote pourrait être accidentel; il répond que l'amidon exposé à l'air se transforme en une substance azotée, et que le gluten dans son lavage absorbe l'air. Proust a remarqué que ce corps donne, dans les premiers jours de sa décomposition par l'eau, de l'acide carbonique et de l'hydrogène.

Pour s'assurer de l'influence de l'air, M. R. fit une pâte avec de la farine sans le contact de l'air, il laissa le nouet qui le contenait, plongé dans l'eau, et acheva le lavage en frappant le sachet sur les parois : le gluten fut divisé en deux parties, l'une

malaxée avec les mains, l'autre abondonnée à elle-même, et toutes deux, ainsi que de la farine malaxée avec l'eau et une autre portion seulement délayée, furent laissées 15 jours sans que l'on y touchât.

Le gluten n° 1 avait seulement une odeur acide, l'eau rougissait le tournesol; le n° 2 avait une odeur fétide et une réaction alcaline; le n° 3 était un peu fétide; le n° 4 était fade et acidule.

Vingt jours après, le n° 1 était toujours acide; le n° 2 très-fétide et alcalin; le n° 3 un peu acide et alcoolique; le n° 4 semblable, mais un peu fétide.

Deux quantités égales de farine furent lavées, l'une sur un tamis avec un cuiller de fer, l'autre avec les mains; les glutens abandonnés quelques jours dans la même quantité d'eau, devinrent également alcalins; mais le 2e avait une odeur fétide spermatique, le 1er l'odeur de lait gâté.

De la farine ayant été placée dans un bocal avec de l'eau distillée et une douzaine de lavages opérés avec la même eau, après 21 jours, il se manifesta une odeur fade et de lait aigri, la liqueur devint acide, mais ne passa pas à l'alcalinité.

Du gluten renfermé dans un flacon d'eau distillée, donna d'abord beaucoup de gaz et devint ensuite si fétide, qu'il était impossible d'en approcher. En versant sur la masse de l'acide hydro chlorique, le gluten reprit sa couleur blanche et une odeur *agréable d'acide caséique.*

M. R. pense que le gluten contient des sels ammoniacaux même avant la malaxation.

En examinant une couche d'albumine de l'œuf placée avec précaution sur le porte-objet, on s'assure que ce n'est pas une substance homogène.

En agitant de l'albumine assez fraîche avec de l'eau distillée, et filtrant la liqueur, il resta sur le papier des filamens de tissu, et l'eau en s'évaporant ne laissa qu'une substance homogène.

De l'albumine évaporée sur le porte-objet donne des ramifications d'hydro-chlorate d'ammoniaque, et M. R. suppose que l'albumine n'est pas azotée, mais que l'azote qu'on en obtient par l'analyse élémentaire, provient de ce sel.

32. Décomposition de l'urée et de l'acide urique a une température élevée; par M. Wöhler. (*Annalen der Physik und Chemie*, XV, 619; et *Annal. de Chim. et Phys.*; janv. 1830, p. 64.)

On sait peu de choses sur la décomposition de l'urée par la chaleur; Fourcroy et Vauquelin ont vu qu'elle donne beaucoup de carbonate d'ammoniaque, et finit par donner un sublimé blanc qu'ils ont pris pour de l'acide urique. M. W. est parvenu à des résultats curieux.

Pour que l'urée soit pure, il faut qu'elle soit en grands cristaux; tant qu'elle n'est qu'en feuilles elle laisse ordinairement un résidu alcalin. Il fait précipiter l'urée par de l'acide nitrique bien exempt d'acide nitreux qui en décomposerait beaucoup, laver les cristaux avec de l'eau à 23°, et les comprimer fortement entre deux feuilles de papier.

M. W. emploie le carbonate de baryte pour décomposer le nitrate d'urée, parce que le nitrate de baryte est plus insoluble que celui de potasse dans l'alcool; cependant il faut traiter à froid par l'alcool.

Presque tous les auteurs disent qu'une dissolution aqueuse d'urée se transforme par l'ébullition en carbonate d'ammoniaque; c'est une erreur, l'urée ne fait que se fondre et bouillir avec le liquide.

L'urée fond à 120° environ et se décompose peu à peu avec une vive ébullition; il se dégage beaucoup de carbonate d'ammoniaque sans acide hydrocyanique, puis il se sépare de l'urée liquide une substance grenue qui augmente tellement, que la masse devient bientôt comme de la bouillie, ensuite elle se dessèche en une poudre grise, blanc sale, et il ne se dégage plus de carbonate d'ammoniaque. La lampe à alcool est le meilleur moyen de chauffer.

Le résidu est insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante, excepté quelques flocons; la liqueur donne par refroidissement des cristaux d'acide cyanique de M. Sérullas.

M. W. ajoute, à ce qu'en a dit M. Sérullas, que cet acide contient de l'eau combinée à ses cristaux exposés à l'air, lesquels deviennent opaques blancs de lait, sans tomber en poudre. Chauf-

fés doucement, ils perdent 23,4 d'eau, c'est-à-dire une quantité d'eau dont l'oxigène est les $\frac{2}{3}$ de celui de l'acide.

L'acide contenant de l'eau ne cristallise pas en rhomboïdes, mais en prisme rhomboïdal oblique: il donne des octaèdres à bases carrées surbaissées; on l'obtient à cet état en le faisant dissoudre dans l'acide sulfurique ou hydrochlorique, concentré chaud. Par cristallisation lente, on obtient aussi des octaèdres carrés réguliers qui ne s'effleurissent pas, mais décrépitent fortement à une température élevée.

M. Sérullas dit seulement, par rapport à l'action de la chaleur, que son acide se décompose en partie en laissant du charbon; M. W. a obtenu des résultats plus remarquables.

Chauffé dans une petite cornue, il donne un sublimé blanc d'acide non décomposé, mais devenu peu soluble, comme de l'alun calciné; une partie se décompose sans donner de charbon, il se dégage des gaz, probablement de l'acide carbonique et de l'azote avec une forte odeur d'acide cyaneux. En refroidissant le fond de la cornue et le récipient, il s'y dépose des flux minces, éthérés, qui se réunissent en un liquide transparent, incolore, très-volatil, d'une odeur extrêmement pénétrante, affectant fortement les yeux; c'est l'acide *cyaneux* que M. W. avait appellé autrefois acide *cyanique*, et qu'on n'avait pu encore isoler. Il se décompose au contact de l'eau avec dégagement de chlorure et formation de beaucoup d'ammoniaque.

En recevant dans un récipient humide les vapeurs de la distillation de l'acide cyanique, l'eau et l'acide se transforment en carbonate d'ammoniaque; mais en les faisant passer dans de l'ammoniaque caustique, le liquide composé donne des cristaux incolores d'urée. On obtient la même substance en forme de végétation lanugineuse au col de la cornue, si le récipient est seulement humecté d'ammoniaque liquide. Il paraît même que l'urée se forme avec l'eau pure.

L'analogie de l'acide cyanique avec l'acide pyro-urique a engagé M. Woehler à les examiner comparativement. Il a extrait l'acide urique des excrémens de serpent, macérés dans l'acide hydrochlorique pour enlever le phosphate de chaux et l'ammoniaque, et distiller après les avoir lavées. M. W. ne conçoit pas comment MM. Chevallier et Lassaigne ont obtenu un résultat

aussi inexact que 4 vol. d'acide carbonique, 1 d'azote et 12 d'hydrogène, et comment ils n'ont pas les premiers indiqué l'acide cyanique.

L'acide cyanique donne à la distillation de l'acide cyaneux; il devait se produire de l'urée en distillant l'acide urique. L'expérience faite avec de l'acide urique fortement desséché, il ne se forme aucun produit liquide, mais beaucoup d'acide hydrocyanique; le sublimé d'abord mou, se durcit, devient jaune, sent fortement l'hydrocyanate d'ammoniaque; il se forme aussi des feuilles cristallines, incolores et minces; on ne peut en séparer d'acide cyanique sans détruire l'urée; mais en chauffant tant qu'il se dégage de carbonate d'ammoniaque, dissolvant le résidu dans l'eau bouillante et faisant cristalliser, on obtient de l'acide cyanique. On l'obtient aussi en traitant le sublimé impur par l'acide nitrique qui décompose l'urée, et faisant cristalliser à deux reprises. On peut enfin le retirer du même sublimé par l'eau froide et séparer l'urée par l'alcool.

Il paraît que Fourcroy et Vauquelin avaient entrevu la formation de l'urée par distillation de l'acide nitrique. M. W. pense que la transformation de ces deux corps en acide cyanique et en carbonate d'ammoniaque, peut jeter beaucoup de jour sur les phénomènes physiologiques, et que l'on retrouvera probablement l'acide cyanique dans des calculs d'acide urique.

Le cyanogène est peu soluble dans l'eau; en saturant 2 fois une masse d'eau, et décomposant l'acide cyanique, séparant d'une substance brune qui était au fond, la liqueur qui était jaunâtre, on l'évapora en sirop. Par le refroidissement, M. W. obtint une masse molle et brune dont une partie se dissolvait dans l'eau avec une couleur jaune vif, le résidu était jaune brunâtre. La dissolution évaporée, on pouvait en retirer de l'urée par l'alcool ou l'acide nitrique.

M. W. pense qu'il se forme d'abord de l'acide cyaneux et de l'ammoniaque. Les autres substances ne sont pas de l'acide cyanique et n'en contiennent pas; mais il paraît qu'il se forme deux substances incolores et cristallisables, dont l'une au moins est un sel d'ammoniaque, la même peut-être que Vauquelin a prise pour un cyanate.

33. ACTION DE L'ACIDE HYDROCYANIQUE SUR LE PROTOCHLORURE DE MERCURE; par M. REGIMBEAU. (*Ibid.*, septembre 1829, p. 525.)

Ayant observé qu'une préparation pharmaceutique dans laquelle il entrait des amandes amères et du protochlorure de mercure, prenait une couleur grise, tandisque avec des amandes douces elle était blanche, M. R. a été conduit à examiner l'action de l'acide hydrocyanique sur ce sel, et il a vu qu'ils se décomposaient réciproquement et qu'il se précipitait du mercure.

34. QUELQUES MOTS SUR LA COMPOSITION DU PÉTROLE; par M. UNVERDORBEN. (*Schweiger's Jahrbuch der Chem. und Physik*; 1829, n° 10, p. 245.)

Du pétrole du commerce blanc et pur fut mêlé avec deux fois autant d'eau, à laquelle on avait ajouté un peu d'hydrate de chaux, et chauffé dans une cornue à une demi chaleur. On obtint d'abord une quantité d'huile qui était à-peu-près $\frac{1}{6}$ de la quantité employée, puis une seconde quantité qui était plus que la moitié de toute la masse soumise à l'expérience. La première de ces huiles bouillait à 76° Réaumur et la seconde à 90°. Il y avait un peu d'eau avec les deux liqueurs distillées. En continuant la distillation, on obtenait des quantités d'huile essentielle de plus en plus décroissantes, dont le point d'ébullition augmentait toujours, de sorte que celui-ci arriva enfin à 212° Réaumur. Ces huiles distillées étaient sans couleur et très liquides (les dernières l'étaient moins), sans odeur empyreumatique. Quand même on renouvelle souvent l'eau dans la cornue il y reste pourtant beaucoup d'huile dont il se distille toujours des quantités de plus en plus décroissantes. On sépara cette huile restante et troublée de l'eau adhérente, et on la chauffa séparément dans une grande cornue de verre, de sorte qu'elle s'évaporait toujours sans bouillir. On obtint une huile jaunâtre qui bouillait à 250° Réaumur. L'huile qui se distillait ainsi commençait de plus en plus à s'épaissir par un dépôt de résine, de sorte que vers la fin il ne restait plus qu'une petite quantité d'une poudre brune. On fit bouillir celle-ci dans l'alcool qui en dissolvit une stéarine difficilement soluble dans

l'alcool froid, plus facilement dans l'alcool bouillant, et qui cristallisait après le refroidissement. Les propriétés sont entr'autres, qu'on en retire par la distillation à une forte chaleur une huile essentielle et du suif inaltéré. Il ressemble à l'acide stéarique quant à l'extérieur, mais il ne se laisse pas saponifier. L'alcool d'où la stéarine s'était déposée, évaporé, laissa une huile grasse qui n'était pas non plus saponifiable et qui se dissolvait difficilement dans l'alcool, mais facilement dans l'éther et dans les huiles. La poudre brune qu'on avait fait bouillir avec l'alcool, fut traitée par l'éther, qui en dissolvait une résine brune, laquelle ne s'unissait pas aux alcalis et n'était soluble ni dans l'alcool ni dans le pétrole. C'est cette résine qui trouble toujours le pétrole du commerce. La poudre qu'on avait traitée par l'éther renfermait encore une combinaison d'acide oléique avec la chaux, que l'on peut regarder comme accidentelle.

Il résulte de là que le pétrole est composé de plusieurs huiles essentielles, qui contiennent en même temps une petite quantité d'une espèce de stéarine et d'oléine, d'une résine et d'une substance brune indifférente. J...L.

35. ANALYSE DE L'HYSSOPE COMMUN ET DÉCOUVERTE D'UN NOUVEAU PRINCIPE IMMÉDIAT (*Hyssopine*); par G. ED. HERBERGER. (*Repertor f. die Pharmacie*, Tome XXXIII, cah. 1, p. 1.)

Jusqu'ici on croyait que l'huile volatile des Labiées était le seul principe actif qui fût propre à cette famille de plantes. Les recherches chimiques de M. Herberger tendent à prouver qu'il peut y avoir, outre l'huile volatile, un autre principe actif. Si ces recherches se confirment, on doit sans doute s'attendre à trouver des principes analogues à l'hyssopine dans beaucoup d'autres Labiées. Voici quels sont les corps qui, d'après l'auteur, entrent dans la composition chimique de l'hyssope:

1° Albumine végétale.

2° Tannin.

3° Substance oléagineuse, saponifiable.

4° Sous-alcaloïde particulier (*hyssopine*), combiné avec de l'acide malique et une sous-résine.

5° Malate de potasse.

6° Matière analogue à de la résine, peu soluble dans l'eau, et ayant l'odeur d'une plante lactucée.

7° Chlorophylle.
8° Matière mucoso-sucrée.
9° Gomme.
10° Huile essentielle.
11° Fibre végétale et cendres.

Pour préparer l'hyssopine, on fait dissoudre l'extrait aqueux des feuilles d'hyssope dans une petite quantité d'eau distillée, qu'on a eu soin d'aiguiser avec un peu d'acide sulfurique. On filtre après cela, on évapore jusqu'au tiers, on laisse reposer, et on filtre de nouveau pour abandonner pendant plusieurs jours le liquide à lui-même dans une large térine. On voit alors se former, quelquefois seulement au bout de 8 ou 15 jours, des cristaux de sulfate neutre d'hyssopine.

Pour décomposer ce sulfate on le fait bouillir rapidement dans 250 à 300 parties d'eau, ou bien on le dissout dans de l'alcool, dans de l'éther; on décolore la dissolution au moyen du charbon animal, on filtre et on ajoute goutte à goutte de l'ammoniaque caustique pour précipiter l'hyssopine. Dans les cas où le liquide est trop étendu, on peut favoriser la précipitation en le concentrant par l'évaporation. On reprend le précipité avec de l'alcool ou avec une nouvelle quantité d'eau bouillante, et on évapore de nouveau jusqu'à formation d'une pellicule saline, qui est le principe immédiat de l'hyssope.

L'hyssopine est bien soluble dans l'alcool et l'éther, mais moins bien dans l'eau. Ses solutions ne verdissent point le sirop de violettes et ne ramènent point au bleu le papier rougi de tournesol. Elle forme facilement avec les acides acétique et tartrique des combinaisons solubles dans 6 parties d'eau. Ses dissolutions ne sont point troublées par le proto-chlorure, le proto et le deuto-sulfate de fer, par le chlorure d'étain ni le cyanure de potassium et de fer. Le chlorure de platine la trouble légèrement. Tous les alcalis et même quelques alcaloïdes, comme la quinine, la morphine, etc., décomposent le sulfate d'hyssopine.

L'auteur promet de donner des détails plus précis sur les propriétés de ce corps. K.

36. Analyse chimique des Cornouilles (*Cornus mascula* L.); par M. Tromsdorff. (*Neues Journal der Pharmacie von Tromsdorff*, vol. 17, pag. 30.)

Un chimiste américain, M. Charpentier de Philadelphie, a entrepris l'analyse chimique du Cornus florida, et croit y avoir trouvé un alcaloïde particulier, auquel il a donné le nom de *Cornine*. Ce corps, combiné avec l'acide sulfurique, doit posséder des propriétes plus efficaces que celles du sulfate de quinine. C'est cette découverte qui engagea M. Tromsdorff à faire également l'analyse de l'écorce du Cornus mascula qui croît dans nos contrées.

Une analyse préparatoire par le moyen de l'alcool et des réactifs, lui fit voir que celle-ci contenait une matière extractive analogue au tannin combinée à des parties salines.

Pour s'en assurer complètement, 16 onces d'écorce furent soumises à trois reprises à l'ébullition de l'alcool de 80 p. % (Richten.)

La liqueur obtenue était d'un vert brunâtre, elle se troubla au bout de quelques jours et il s'en déposa une espèce de gelée qui en fut séparée par le filtre; la liqueur devenue claire de nouveau fut soumise à la distillation, il s'en précipita au bout d'un certain temps un dépôt formé d'une matière résineuse; le résidu de la liqueur dont la majeure partie de l'alcool avait été séparée par la distillation, fut évaporé à siccité, et il s'y trouva une matière gommeuse brune et épaisse, et en grande partie soluble dans l'eau.

Une petite partie insoluble en fut séparée par le filtre, le reste de la matière fut de nouveau évaporé à siccité.

En procédant à l'examen de ces différentes matières, M. Tromsdorff trouva que la gelée qui s'était déposée au commencement était insoluble dans l'eau à froid, peu soluble dans l'alcool, davantage dans l'éther; traitée à chaud avec la potasse caustique, cette matière se dissolvit parfaitement; elle fut également dissoute par l'acide nitrique.

Ces expériences firent voir que cette matière ne peut être considérée que comme une résine.

La matière brune gommeuse fut examinée ensuite, et les réactifs employés firent voir que c'était une résine verte beaucoup plus molle que la première.

On procéda enfin à l'examen de la matière qui s'était déposée lors de l'ébullition de l'alcool; on la soumit à l'influence de l'eau, de l'alcool, de l'éther sulfurique qui la dissolvent avec

plus ou moins de facilité, on employa les sels de fer et la dissolution de colle-forte, et elle fut reconnue être du tannin (précipitant en noir le fer), combiné peut-être à des sels calcaires végétaux. On fit encore plusieurs essais avec cette matière, pour voir si elle ne contenait pas d'alcaloïde, mais on ne put y trouver que des parties mucilagineuses.

M. Tromsdorff, après une série d'expériences qu'il serait trop long de rapporter en détail, et ayant employé les différens réactifs, croit pouvoir conclure que les cornouilles contiennent: 1° une résine dure, une résine molle, du tannin, du citrate de chaux, de l'acide pectique, des parties mucilagineuses et fibreuses; 2° qu'il ne s'y trouve aucun alcaloïde, de sorte que, sous le rapport médical, l'écorce de cette plante ne présente aucun intérêt particulier. E. Hecht.

37. Analyse des fleurs de millefeuille. (*Achillea Millefolium* L.); par L. F. Bley, pharmacien à Bernbourg. (*Tromsdorff, Neues Journ. der Pharmac.*, T. XVII, p. 30.)

Le *Bulletin* a déjà rapporté la 1re partie de ce travail, qui traite de l'analyse des feuilles; dans cette 2e partie on ne parle que des fleurs.

M. Bley soumet celles-ci d'abord à la distillation; 2000 grains de fleurs lui donnent

Huile essentielle.......	1,9375 grain.
Acide acétique........	0,2800
Soufre...............	traces.

Il les soumet ensuite à l'action de l'eau et de l'alcool, tant à froid qu'à chaud. Il obtient différentes matières gommeuses et résineuses qu'il cherche à reconnaître par le moyen d'un grand nombre de réactifs. Les parties des fleurs qui avaient résisté à l'action des deux corps que nous venons d'indiquer, sont traitées successivement avec les acides et avec les alcalis, qui les dissolvent en partie; le reste enfin est réduit en cendres qui sont examinées.

Cette analyse, qui est très-longue et qui paraît avoir été faite avec beaucoup de soins, donne en définitif, outre les corps indiqués plus haut, les résultats suivans :

1) *Produits obtenus par l'eau et l'alcool.*

Albumine..................................	64

Nitrate et hydro-chlorate de potasse	42,0
Résine dure combinée à l'acide phosphorique	13,0
Matière extractive contenant du tannin et combinée avec l'hydro-chlorate de potasse	415,0
Matière extractive gommeuse	2,0
Acide malique	5,0
Résine dure	21,0
Gomme végétale combinée à des malates	315,0
Hydro-chlorate de chaux	2,5
Chlorophylle (partie colorante verte)	87,5
2) *Produits obtenus par les acides et les alcalis.*	
Albumine dure et insoluble	52,0
Gomme artificielle	208,0
Glutine végétale	169,0
Glutine végétale insoluble	26,0
Tannin	5,0
Parties fibreuses	320
3) *Produits obtenus par l'incinération.*	
Sulfate de chaux, hydro-chlorate de chaux et magnésie. Silice. Alumine. Oxide de fer et oxide de manganèse	8,0
Eau	200,0
Perte	45,0
	2000,0

38. Analyse des grains d'orge et de la prétendue hordéine par le professeur Zenneck, à Hohenheim. Mém. lu à l'assemblée des naturalistes et médecins allemands à Francfort en sept. 1825. (*Beitræge zur Natur und Heilkunde*, von F Hesselbach, T. II, p. 13, 1827.)

L'auteur a trouvé sur 100 parties de grains d'orge desséché

17,97 — de ligneux.
69,81 — d'amidon.
0,84 — d'albumine végétale.
0,31 — de matière extractive oxidée.
0,61 — de résine.

2,46 — de sucre.
Et 8,60 — de mucus.

Il résulte encore de cette analyse qu'il n'y a point d'hordéine, comme Proust le prétend, c'est-à-dire que la substance ainsi nommée ne constitue pas un principe particulier. La prétendue hordéine n'est qu'un mélange de ligneux et d'amidon.

39. QUANTITÉ D'AIR ATMOSPHÉRIQUE CONTENUE DANS LES ŒUFS DE POULES; par M. DULK. (*Jahrbuch der Chemie und Physik*, 1830, n° 3.)

M. Dulk trouva, par ses expériences faites sur huit œufs à la fois, moyennant la machine pneumatique, que la quantité d'oxigène contenue dans l'air dégagé équivalait à 25, 26 p. °/₀; dans une seconde expérience il trouva 26,77 p. °/₀; il éprouva l'air avec de l'hydrogène dégagé par le zinc. La quantité d'air contenue dans un œuf n'est pas toujours égale à celle d'un autre, la différence est quelquefois assez grande. M. Dulk fait observer que l'air renfermé dans les œufs non couvés, contient plus d'oxigène que l'air atmosphérique, et qu'il y a plus d'air dans les œufs couvés pendant 10 à 20 jours, que dans les œufs récemment pondus; il trouva même assez d'air atmosphérique dans un seul œuf, pour pouvoir le soumettre à ses expériences.

W.

40. OBSERVATIONS SUR L'AMBRE JAUNE; par M. BERZÉLIUS. (*Kongl. Vetenskaps Academiens Handlingar*, année 1827, p. 40.)

On sait qu'on trouve ordinairement l'ambre jaune avec la houille brune (*brun-kol*), et qu'on l'a trouvé pendant les derniers temps placé dans la houille comme la gomme ou résine sécrétée de la tige de l'arbre. Il n'y a donc plus à douter que cette résine fossile n'ait été dans l'origine une résine végétale : c'est ce que prouvent les épines, les mouches et insectes de toute espèce enfermés dans l'ambre. Les empreintes d'écorces, etc., qu'on remarque à l'extérieur, prouvent que l'ambre s'est écoulé de l'arbre, et qu'il ne s'est durci qu'à la longue.

M. Berzélius rend compte des analyses chimiques auxquelles il a soumis un morceau d'ambre jaune du poids de 15 grammes Ces essais lui ont prouvé que l'ambre jaune contient au moins cinq substances différentes, savoir : 1° une huile volatile aro-

matique, en petite quantité. 2° Une résine jaune qui a une affinité intime avec cette huile; la résine est facilement soluble dans l'alcool, l'éther ou l'alcali, et fond aisément comme les résines ordinaires non fossiles. 3° Une résine qui, comme la précédente, est combinée avec l'huile volatile, se dissout difficilement dans l'alcool froid, plus facilement dans l'alcool bouillant; dans cette dernière opération elle se précipite sous la forme d'une poudre blanche. On peut dissoudre la même résine dans l'éther et dans l'alcali. Ces deux résines et l'huile volatile, quand on les extrait de l'ambre par le moyen de l'éther, forment, après l'évaporation de l'éther par la chaleur, une gomme naturelle d'un jaune clair, exhalant une odeur forte, et visqueuse au toucher. Ce n'est qu'à la longue qu'elle se durcit, tout en conservant une partie de son odeur. Il y a lieu de croire que ce corps est ce que l'ambre était primitivement; seulement il doit être moins riche en huile volatile que dans l'origine; les parties insolubles de l'ambre jaune ont dû se former dans la suite des temps dans cette résine ou gomme, et en envelopper une partie, de manière à en empêcher l'altération ultérieure. La 4e substance est l'acide ambrique (*bernstensyra*) qu'on extrait de la gomme par le moyen de l'éther ou de l'alcool, et même des alcalis. La 5e substance enfin est insoluluble dans l'alcool et dans l'éther, et présente quelque analogie avec la substance qu'on trouve dans la gomme-laque (le *lackstoff* de John), et qui se forme en grande quantité lorsqu'on délaie, à l'aide du chlore, une solution de cette gomme dans l'alcali. Toutes deux donnent, en se fondant dans l'appareil distillatoire, des produits analogues. D.

41. Observations chimiques sur le tabac; par C. Conwell. (*Americ. Journ. of sciences*; janv. 1830, p. 369.)

L'auteur a trouvé, dans la feuille du tabac, de la gomme, du mucus soluble dans l'eau et l'alcool, précipitable par le sous-acétate de plomb; du tannin, de l'acide gallique, de la chlorophyle, une matière pulvérulente verte soluble dans l'eau bouillante, et se précipitant par le refroidissement; une huile jaune ayant l'odeur et la saveur du tabac, qui en est la partie active, une grande quantité d'une résine jaunâtre; de la nicotine que l'on extrait pour obtenir le piperin.

En traitant les feuilles de tabac par le procédé de Sertuerner, pour la morphine, on obtient une substance blanche, soluble dans l'alcool chaud, mais insoluble à froid, que l'auteur ne peut assurer être analogue à la morphine.

Les feuilles de tabac contiennent aussi une matière colorante, soluble dans les acides, d'une teinte rouge, decrépitant au feu et paraissant neutre. Enfin elles contiennent de la nicotine.

La nicotine ne paraît pas pouvoir cristalliser; elle est d'un blanc sale, sans saveur, sans odeur, plastique et pulvérulente, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, soluble dans les acides en excès et décomposable par la chaleur; tous ces sels sont insolubles et sans saveur, si ce n'est celle de l'acide s'il est prédominant, et peuvent être facilement décomposés par l'ammoniaque.

Le sulfate cristallise en aiguilles rayonnées qui, au microscope, paraissent des prismes quadrangulaires : il est insoluble dans l'eau et contient un léger excès d'acide, ce qui peut le faire distinguer de la quercie (1).

L'hydro-chlorate est en étoiles formées de 5 à 6 cristaux.

Le borate est blanc, insoluble et incristallisable.

La propriété la plus caractéristique de la nicotine est peut-être de se dissoudre dans les acides végétaux, sans donner de composés cristallins.

42. Observations supplémentaires sur l'opium et ses réactifs; par Andrew Ure (*Quart. Journ. of scienc.;* avril à juillet 1830, p. 373.)

Dans un article précédent sur cet objet, M. U. signala un précipité formé dans le porter de Londres ou le Brown-stout par l'ammoniaque. Ce précipité lavé et séché est en poudre brune-grisâtre, d'un volume considérable par rapport au liquide; il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther à froid ou à chaud, mais il se dissout aisément dans un acide étendu, et paraît être une substance analogue à l'hordéïne. Si le porter contenait de l'opium, la morphine se précipiterait avec cette substance et pourrait être séparée par l'alcool bouillant. M. U. ayant évaporé à siccité, avec précaution, la liqueur alcoolique, il resta une pellicule mince de morphine qui, par une goutte d'acide nitrique de 1, o de densité, prit la couleur rouge de

(1) La quercie avait été annoncée comme un alcaloïde, il paraît que ce n'est que du sulfate de chaux.

sang. Par ce procédé, M. U. découvrit l'opium dans le porter d'une brasserie renommée de Londres, mais il n'en trouva pas dans celui d'autres grands établissemens.

L'ammoniaque versée dans une forte teinture de houblon donne un précipité, mais qui n'est pas de plus de 3 à 4 grains pour l'infusion de 1 once de houblon dans l'alcool fort.

M. U. avait fait voir dans sa première note combien facilement on peut obtenir l'acide sulfo-cyanique de la salive humaine par une simple distillation. La salive, provoquée par la fumée du tabac ou d'autres stimulans, paraît contenir d'autant plus de cet acide qu'elle est sécrétée plus lentement. La salive, obtenue pendant le phtyalisme mercuriel, ne contient pas d'acide sulfo-cyanique; elle est généralement alcaline, quoiqu'on la trouve quelquefois neutre et même acide.

43. Expériences sur l'huile de laurier; par le D^r^. Hancock. (*Edinb. Journ. of sciences;* juillet 1830, p. 48.)

En opposition au principe que des fluides de diverses densités, versés les uns sur les autres, se superposent dans l'ordre de leur pesanteur, M. Hancock annonce quelques résultats singuliers.

Quand on mêle parties égales d'éther sulfurique et d'esprit de preuve et de l'huile de laurier, celle-ci, quoique plus pesante, occupe la partie supérieure, de quelque manière que l'on mêle les liquides et même par l'agitation.

De l'éther pur, mêlé avec parties égales d'esprit de preuve à 23°5, donna 17°; en y mêlant de l'huile de laurier, marquant 21°, l'huile nagea à la surface.

Des mélanges d'esprit, à divers degrés, ont produit des résultats identiques, mais l'éther dissout très-facilement l'huile de laurier.

Cette huile évaporée à consistance de baume de Marana qui flotte sur le mélange susdit, l'huile de Marana et le baume de Copahu nagent sur le mélange.

En versant de l'huile de laurier sur de l'iode, il se produit une violente action, et une combustion, ou des étincelles : l'huile prend une couleur rouge brillante extrêmement fugace, car elle se dissipe en quelques instans.

Une plus grande quantité d'iode donne une substance poisseuse comme du pétrole.

44. Phénomène curieux de mouvemens produits par la combinaison de l'alcool et de l'huile de laurier; par M. Hancock. (*Edinburgh Journ. of sciences*; juillet, 1830, page 51.)

Un effet singulier que l'auteur compare aux mouvemens planétaires s'offre quand on jette dans un flacon d'huile de laurier quelques gouttes d'alcool rectifié : ces gouttes présentent un mouvement giratoire, qui dure plusieurs heures, quelquefois plusieurs jours. Les globules se meuvent librement sur le liquide, formant une courbe excentrique à chaque extrémité de leur course, passant rapidement les uns près des autres sans se quitter; mais, après quelque temps, ils paraissent avoir acquis une densité qui approche de celle de la couche de liquide, ce qui paraît dû à une portion aqueuse séparée de l'alcool par l'huile éthérée : cette assimilation ayant lieu, les globules, après avoir fait quelques révolutions, s'aplatissent sur la surface et s'unissent à la couche la plus basse ou aqueuse.

Les orbites de ces petits globules étant contenus par le verre sont excentriques. M. H. a observé que des parties de fluide se séparent en plus grands globules, et commencent un mouvement semblable; de petits abandonnent leurs courbes et se placent autour des grands, tandis que ceux-ci continuent leur mouvement comme des planètes avec leurs satellites.

45. Analyse du lait végétal de l'Hya-hya, arbre de Demerari; par R. Christison. (*Edinb. Journ. of scienc.*; avril à juillet 1830, p. 31.)

M. Smith a donné une note intéressante sur le lait de l'Hyahya que M. Arnott range dans une espèce de *tubernæ montanæ*, genre de l'ordre des apocynées.

Ce lait remis à M. C. consistait en une petite portion d'un fluide aqueux, clair, et d'une substance blanche, concrète, cellulaire, qui remplissait la bouteille. Son odeur était un peu celle du fromage de Dunlop, avec un léger arôme particulier, et sa saveur presque nulle.

La portion liquide rougit le tournesol et paraît contenir un peu d'acide acétique.

La matière concrète est d'un blanc de neige, cassante et pul-

vérulante à froid, mais facile à ramollir par une légère chaleur; à 100° F. elle devient ductile et visqueuse, et ne reprend sa dureté qu'après plusieurs jours. A une plus haute température elle devient plus molle; à 212°, elle coule comme un mucilage épais. Une plus haute température ajoute à sa fluidité, mais produit une effervescence pendant laquelle il se dégage des vapeurs acides, et la masse devient translucide et jaunâtre comme une résine : quand on la fait alors refroidir, elle reste translucide et pendant quelques jours molle et très-visqueuse; mais, à la fin, elle prend la consistance et la dureté de la cire. Chauffée plus fortement, elle donne les produits de la décomposition des substances végétales et beaucoup d'acide pyro-acétique. A la flamme de la chandelle elle brûle avec beaucoup de flamme et une fumée très-fuligineuse.

L'eau n'agit ni à froid, ni à chaud : la matière fond seulement dans ce dernier cas et monte à la surface; l'alcool chaud agit légèrement, la majeure partie se sépare par le refroidissement sous forme d'un nuage blanc; l'éther sulfurique la dissout rapidement et laisse à-peu-près 4°/o de substance visqueuse. Cette portion devient à l'air, grasse, visqueuse, élastique; ductile, et peu à peu elle perd sa viscosité, devient brun-noirâtre et prend toutes les propriétés physiques du caoutchouc.

La portion dissoute dans l'éther se précipite par évaporation spontanée en poudre blanche qui ne paraît pas différer sensiblement de la première substance: elle n'a ni odeur, ni saveur, se ramollit dans la bouche et y adhère; sa densité est de 0,955 : elle se fond en un fluide visqueux à 140°, en conservant sa blancheur et son opacité; à 160°, elle devient grisâtre, plus fluide et translucide; à 212°, elle est gris-brun. Si on la garde quelque temps à cette température et qu'on la traite par l'éther, il se sépare une substance qui paraît être du charbon. L'éther dissout à 6° plus de 6 à 7 fois son poids de la substance en question; l'huile de térébenthine la dissout en grande quantité; la potasse concentrée en dissout seulement une trace qui se sépare sans altération quand on sature l'alcali. L'ammoniaque et l'acide hydro-chlorique n'agissent pas sur elle, et l'acide nitrique, concentré à froid ou à chaud, agit à peine et augmente seulement un peu sa dureté. L'acide sulfurique concentré la dissout et se colore en brun.

Ces expériences prouvent que le suc de l'hya-hya contient un peu de caoutchouc et une grande quantité d'une substance particulière qui paraît tenir le milieu entre le caoutchouc et les résines, et que le fluide diffère totalement du lait de l'*arbre à vache* analysé par MM. Boussingault et Mariano de Rivero.

46. Soufre contenu dans un grand nombre de végétaux. (*Brandes, Archiv*, Tom. 25, p. 59.)

M. Pleischl a obtenu de l'acide hydro-sulfurique en soumettant à la distillation sèche les plantes indiquées ci-après :

1) Les graines du *Triticum vulgare* (froment), du *Secale cereale* (seigle), de l'*Avena sativa* (avoine), de l'*Hordeum vulgare* (orge), du *Panicum miliaceum* (millet), de l'*Oryza sativa* (riz), du *Zea Mays* (maïs), du *Pisum sativum* (pois), de l'*Ervum lens* (lentille), du *Vicia Faba* (féverolle), du *Panicum sanguinale* (paspale), du *Trifolium pratense* (trèfle), du *Medicago sativa* (luzerne), de l'*Hedysarum Onobrychis* (sainfoin).

2) Les racines de l'*Althæa officinalis* (guimauve), du *Polypodium vulgare* (polypode), du *Triticum repens* (chiendent), du *Leontodon Taraxacum* (pissenlit), du *Cichorium Intybus* (chicorée sauvage), de l'*Arctium Lappa* (bardane), du *Symphytum officinale* (grande consoude), du *Saponaria officinalis* (saponaire), du *Glycyrrhiza glabra* (réglisse), du *Smilax Sarsaparilla* (salsepareille), du *Murantha Galanga*, du *Columbo*, du *Carex arenaria*.

3) Les pommes de terre, le China regia, l'Arrow-root, la manne, la gomme arabique, la gomme adragante et le salep.

47. Analyse chimique d'un oeuf du Casuar; par M. Holger. (*Zeitschrift für Physik und Mathematik*, Tom. 6, n° 2.)

On sait, depuis long-temps, que les œufs du Casuar (connu en Europe depuis l'année 1597) présentent une belle couleur d'un gris verdâtre. Jusqu'ici on n'avait point fait l'analyse de ces œufs, quoiqu'ils ne fussent pas rares dans les cabinets d'histoire naturelle. Le docteur Pohl ayant rapporté un Casuar du Brésil à Vienne dans l'année 1822 au mois d'octobre, donna l'occasion aux chimistes de faire l'analyse des œufs récemment pondus par cet intéressant oiseau. Dans les premières

années de sa transplantation en Europe, le Casuar ne pondit pas; dans les trois dernières années de sa vie, il pondit 61 œufs. En 1828, il en pondit 14 dans l'espace de 5 à 7 jours, au mois de février; ce travail parut l'épuiser, et il périt à la fin d'avril suivant, 6 $\frac{1}{2}$ ans après son arrivée en Europe.

Les œufs du Casuar sont d'un grand volume, l'un d'eux pesait 19 onces, sa coque seule desséchée pesait 2 onces et 40 grains.

L'œuf qui fut analysé présentait sur un fond blanc un très-grand nombre de taches vertes proéminentes et sensibles au tact. On en fit cuire la coque dans l'acide hydro-chlorique peu étendu; la pellicule albumineuse d'un œuf de poule se dissout facilement dans cet acide, tandis qu'il n'agit que sur une partie du carbonate de chaux de l'œuf du Casuar. L'effervescence ayant cessé, on remarquait aux deux surfaces de la coque une pellicule blanche albumineuse; les tubercules colorés étaient renfermés dans la pellicule extérieure de la coque, et l'acide n'avait pu agir sur ceux-ci; l'acide nitrique seul qui, par une plus longue réaction, détruisit l'albumine, avait dissous aussi la matière colorante. La coque dépouillée de sa double pellicule fut attaquée de nouveau par l'acide hydro-chlorique, et on parvint, après une digestion de plusieurs jours et par une effervescence non interrompue, à dissoudre toute la chaux. La couleur verte du résidu devint par là plus intense, et il resta en dernier lieu une pellicule albumineuse d'un vert foncé, inattaquable par l'acide.

On dégagea alors la matière colorante verte de son acide et on la soumit à la décoction dans la potasse caustique. L'alcali décomposa facilement la matière albumineuse, et n'agit point sur la matière colorante, qui n'est que faiblement attaquée par les acides. Le résidu devint par l'action des acides d'un brun rouge d'abord et donna ensuite un liquide jaunâtre.

Cette solution traitée par différens sels métalliques ne prit une couleur verte foncée que par le prussiate de potasse ferrugineux, qui ne donna pas d'abord de précipité; plus tard il se forma un précipité bleu, qui indique la présence de l'oxide de fer.

Il suit de ces expériences :

1° Que la matière colorante verte n'est pas une matière animale, parce que la potasse caustique ne réagit pas sur elle;

2° Qu'entre tous les oxides métalliques qui auraient pu produire cette matière, le fer est le seul qui la donne;

3° Qu'elle contient de la chaux, outre l'oxide de fer;

4° Que ces deux corps sont combinés avec l'acide carbonique, puisqu'ils se dissolvent dans les acides avec une grande effervescence;

5° Que le fer est dans la matière colorante à l'état de protoxide, parceque autrement le résidu ne serait pas coloré en vert, mais en brun rouge, et parceque, d'ailleurs, il n'existe pas de carbonate de peroxide de fer, mais seulement du carbonate de protoxide de fer;

6° Que la coque contient, outre le carbonate de chaux, de l'albumine, qui enveloppe tellement la matière colorante, que rien ne peut agir sur elle, si ce n'est les agens capables de dissoudre ou de détruire l'albumine, ou encore les agens naturels, comme la lumière par exemple.

L'auteur a observé encore que la lumière du soleil blanchit entièrement peu à peu la couleur verte des œufs.

Il regrette de n'avoir pu faire l'analyse des autres parties du corps du Casuar, parceque l'animal ayant été malade dans ses derniers jours, il n'aurait pu en tirer aucune conséquence.

Il ajoute une dernière observation, c'est que la nourriture du Casuar a été toute végétale: on le nourrissait de pain, de maïs et de légumes en général; on lui donnait à des intervalles rares des cœurs de bêtes à cornes.

48. Manière avantageuse de préparer la digitaline; par M. Planiava. (*Zeitschrift für Physik und Mathematik*; T. IV, p. 450).

On fait bouillir à deux reprises 5 livres de feuilles de digitale pourprée avec de l'eau distillée, chaque fois pendant plusieurs heures; le *decoctum* clarifié est évaporé jusqu'à la consistance d'un extrait, puis traité par l'éther. On remue de temps à autre, et, au bout de plusieurs jours, on décante la teinture éthérée, qui a pris une couleur verte. On ajoute à celle-ci 4 onces d'eau, on distille jusqu'à ce que tout l'éther soit évaporé, et le liquide resté dans la cornue est séparé de la chlorophylle, qui s'est

précipitée dans cette circonstance. Après cela, on ajoute de nouveau quelques onces d'eau au liquide ainsi purifié, et on le traite par l'hydrate d'oxide de plomb. Dès que la solution est clarifiée, on la soumet à l'évaporation; la masse obtenue est reprise par l'éther, qui la dissout presque totalement, et qui fournit, quand on l'évapore, deux onces et demie de digitaline, jouissant de toutes les propriétés de celle qu'on obtient par le procédé de M. Le Royer. M. Planiava prétend qu'il obtient par sa méthode trois fois plus de digitaline que par celle de ce dernier chimiste. K.

49. Sur le sucre de la pomme de terre douce (*Convolvulus Patatas*); par M. Hare. (*Amer. Journal of science;* janvier 1829, p. 285.)

A la demande du Dr Tydmann de la Caroline du Sud, le prof. Hare a fait quelques essais sur une espèce de pomme de terre dans laquelle la matière sucrée est très-abondante. L'ayant réduite en très-petites tranches, il en fit bouillir une livre dans de l'alcool d'une densité de o, 845, qui parut en extraire toutes les matières sucrées, mais qui ne donna pas de cristaux de sucre par le refroidissement; la liqueur distillée pour en extraire l'alcool laissa un sirop incristallisable, l'eau donna un sirop semblable qui ressemble à de la mélasse ou au malt: il fermente bien. Le Dr Hare pense que cinq bushels en donneraient trois de malt et que l'on pourrait par son moyen faire une bonne bière. G. de C.

50. Sur un nouveau principe trouvé dans le Cynodon Dactylon; par G. Semmola. (*Atti del reale Ist. d'Incorag. di Napoli;* Tom. IV, 1828, p. 193.)

En traitant la racine fraîche du Cynodon Dactylon par l'eau, et faisant évaporer la liqueur en consistance sirupeuse, il se dépose des cristaux que l'on ne peut redissoudre pour les purifier. C'est au printemps que l'on en obtient davantage.

Les cristaux ont des formes variables, tantôt des prismes hexaèdres terminés par trois facettes, ou des prismes droits rhomboïdaux auxquels manquent quelquefois les angles solides qui correspondent à la plus grande diagonale : d'autrefois ce

sont de très-petits prismes, très-aigus et souvent réunis par leur base et formant des groupes rayonnés ou en croix.

La substance cristalline est blanche, diaphane, brillante, sans odeur, insipide, d'une saveur un peu nauséabonde, dure, fragile, facilement pulvérulente : sa densité est de 1,5. Chauffée en vase clos, elle donne des vapeurs épaisses, noircit, se fond et se décompose entièrement : elle donne de l'hydrogène carboné, de l'oxide d'*azote* (1) et de l'acide carbonique, un liquide ammoniacal et une huile pyrogénée, du carbonate d'ammoniaque et un charbon très-léger.

L'eau froide dissout peu de cette substance, et l'eau chaude une grande quantité : elle est insoluble dans l'alcool. La solution rougit le tournesol.

Cette substance ne joue le rôle ni d'acide ni d'alcali : l'acide sulfurique la dissout sans la décomposer ; triturée avec la chaux, elle ne développe pas d'odeur ammoniacale. L'eau de baryte, de chaux, de soude, les sels de plomb, de fer, de baryte, l'oxalate d'ammoniaque, etc., n'ont aucune action.

Cette substance ressemble à l'asparagine, mais elle en diffère parce qu'elle rougit le tournesol, et que l'asparagine ne le rougit pas; elle donne beaucoup de carbonate d'ammoniaque, tandis que l'asparagine contient à peine de l'azote. L'asparagine développe de l'ammoniaque en la triturant avec la chaux, comme M. Ure l'a observé, la substance nouvelle n'a pas cette propriété; enfin la forme de l'asparagine se rapporte au prisme rhomboïdal, et la substance nouvelle présente plusieurs formes cristallines différentes. G. DE C.

51. SUR LE POIDS ATOMIQUE DE L'ACIDE OXALIQUE ET DU MERCURE; par M. J. PRIDEAUX. (*Philosoph. Magaz. and Annals of Philos.*; sept. 1829, p. 166.)

M. Prideaux s'occupant de rédiger une table d'équivalens chimiques, beaucoup plus étendue et plus pratique que celles qui sont en usage, a porté son attention sur le poids atomique du mercure, que le Dr Thomson a doublé, et celui de l'acide oxalique dans lequel le Dr Prout a trouvé 3 atomes d'eau et le Dr Thomson 4; d'où ce dernier a conclu qu'il y avait plusieurs

(1) C'est oxide de carbone qu'il devrait y avoir ici, car on ne connait pas de substances organiques qui donnent de l'oxide d'azote. R.

variétés de cristaux de cet acide. Ayant à sa disposition les deux variétés de cristaux d'acide oxalique, les uns solides et en prismes transparens, les autres friables et ayant l'aspect du quadroxalate de potasse, il a fait les expériences suivantes.

18 gr. de cristaux friables dissous furent mêlés avec une solution de 36 gr. de cristaux transparens et secs de carbonate de soude; la liqueur était acide après l'ébullition nécessaire pour chasser l'acide carbonique. Elle demande 5,15 de carbonate de soude pour être saturée.

9 grains du même acide furent neutralisés par l'ammoniaque, et 6, 25 de carbonate de chaux en cristaux rhomboédriques furent mis dans un tube avec un peu d'eau distillée: on y versa, par 3 gouttes à la fois, de l'acide muriatique, jusqu'à ce qu'à l'aide de la chaleur, il fût dissous; puis on évapora à siccité, et on méla le résidu avec l'oxalate d'ammoniaque; une goutte du liquide clair précipitait par le muriate de chaux; il fallut o, 89 gr. de carbonate de chaux dissous dans l'acide muriatique pour que la liqueur ne précipitât plus par l'un ou l'autre agent.

M. P. ne connaît aucun travail fait sur les sels de peroxide de mercure depuis l'établissement de la chimie atomistique: on les obtient en décomposant les acides sulfurique ou nitrique par le métal à chaud, méthode dans laquelle on doit arriver difficilement à des proportions atomiques. Il est à remarquer que le nitrate et le sulfate, ainsi préparés, se décomposent par l'eau en sous-sels et sur-sels; que l'oxide rouge est produit par la décomposition de l'acide sulfurique, et que l'argent et le mercure donnent des composés semblables par l'action de l'acide nitrique et de l'alcool, dans lesquels le premier métal est à l'état de protoxide et le second à l'état de peroxide. Ces faits conduisent à penser que l'oxide rouge est formé d'un atôme de métal et d'un d'oxigène, et que leurs bi-sels contiennent un atôme d'oxide et un d'acide. La propriété de rougir les couleurs végétales appartient aussi aux sels de cuivre et à quelques autres.

M. P. a fait quelques expériences dans la supposition que le poids atomique du sublimé corrosif se compose de

mercure	12, 5
chlore	4, 5

Il a cherché, mais sans succès, à obtenir le bi-sulfate de mer-

cure par double décomposition, en mêlant des solutions, en quantités proportionnelles, de sublimé corrosif et de sulfate de cuivre ou de soude.

17 grains de sublimé corrosif et 21, 5 de nitrate d'argent cristallisé, mêlés à chaud, donnent du chlorure d'argent et une liqueur claire qui refuse de cristalliser par l'évaporation.

17 grains de sublimé et 23 5/8 d'acétate de plomb cristallisé donnèrent du chlorure de plomb et une liqueur qui sentait fortement l'acide acétique, mais n'agissait pas plus fortement sur le papier de tournesol que l'acétate de plomb. On fit deux mélanges semblables, l'un fut évaporé à 200°, l'autre placé sur un bain de sable; le premier déposa des feuilles nacrées, striées et fibreuses, et le liquide laissa des prismes rhomboédriques. Aucun de ces cristaux n'était déliquescent: ceux qui provenaient de l'évaporation spontanée se dissolvaient dans l'eau bouillante et donnaient avec la potasse un précipité jaune; les prismes se dissolvaient plus facilement dans un poids d'eau bouillante, mais laissaient un sédiment blanc qui se dissolvait rapidement dans quelques gouttes d'acide acétique. Les derniers cristaux retiennent leur acide avec une grande énergie, se dissolvent imparfaitement dans l'eau et facilement à l'aide de l'acide acétique, et donnent avec la potasse faible un précipité *blanc*, et avec la potasse concentrée, un précipité jaune.

17 gr. de sublimé et 18 de cristaux de carbonate de soude, mêlés en dissolution chaude, donnèrent un précipité rouge de brique, sans effervescence, et la liqueur conserva une légère teinte rougeâtre; évaporée, elle donna des écailles cristallines de même couleur.

17 gr. de sublimé et 7 1/18 d'acide oxalique cristallisé, neutralisés avec 18 grains de carbonate de soude, furent mêlés; il ne se fit pas de précipité par l'évaporation; il se précipita une poudre blanche qui devenait rouge orange par la potasse.

17 gr. de sublimé avec 9 3/8 d'acide tartrique et 9 1/2 d'acide citrique également saturés ne donnèrent pas de précipité; la liqueur ne rougissait pas plus le tournesol que le sublimé corrosif. On ne put rien séparer par l'évaporation. G. DE C.

Concevons un cône qui ait son sommet au point m, et soit circonscrit à l'élément $d\omega$; puis une sphère décrite du point m avec un rayon égal à l'unité. Soit $d\theta$ l'élément intercepté par ce cône sur la surface de cette sphère; on aura

$$\cos. i\, d\omega = \pm D^2 d\theta,$$

en prenant le signe supérieur ou le signe inférieur selon que l'angle i sera aigu ou obtus; par conséquent,

$$\frac{d^2 V}{da^2} + \frac{d^2 V}{db^2} + \frac{d^2 V}{dc^2} = \pm k m \rho \iint d\theta.$$

Supposons maintenant que le point m soit à l'extérieur du sphéroïde. Un cône qui aurait son sommet à ce point et qui serait circonscrit au sphéroïde, partagerait la surface de celui-ci en deux parties, l'une antérieure et l'autre postérieure, relativement au point m. Sur la partie antérieure, l'angle i étant aigu il faut prendre *positivement* la surface correspondante de la sphère décrite avec l'unité pour rayon; cet angle étant obtus pour tous les points de la surface postérieure, on prendra *négativement* la surface correspondante de la sphère; et puisque ces deux portions de sphère sont évidemment les mêmes, leur somme sera égale à zéro.

Si le point m est sur la surface du sphéroïde, le cône circonscrit dégénère en un plan tangent, et l'intégrale ci-dessus devant s'étendre d'un seul côté de ce plan, sera égale à la moitié de la surface de la sphère dont le rayon est l'unité, prise avec le signe *moins*, c'est-à-dire, à

$$-2\pi k m \rho.$$

Enfin si le point m est à l'intérieur du sphéroïde, l'angle i sera obtus dans toute l'étendue de la surface, et l'intégrale ci-dessus égale à la surface entière de la sphère, prise négativement, ou à

$$-4\pi k m \rho.$$

Lorsque la densité ρ du sphéroïde, au lieu d'être constante, se trouve exprimée par une certaine fonction des coordonnées x, y, z, l'équation (2) a évidemment lieu si le point m est extérieur ou sphéroïde; mais si ce point est sur la surface ou dans l'intérieur du sphéroïde, on partagera ce dernier arbitrairement en deux portions; pour celle dont m ne fera pas partie, l'équation (2) sera encore vérifiée, et l'on supposera l'autre portion assez petite pour que la densité n'y varie pas d'une manière

sensible, ensorte que ρ puisse encore étre considéré comme constant, et l'on arrive aux mêmes conséquences que ci-dessus.

Voici maintenant la marche très simplifiée de la démonstration des mêmes théorèmes par M. Ostrogradsky. Soit $f(x,y,z)$ une fonction qui devient infinie pour les valeurs $x=a, y=b, z=c$, comprises entre les limites de l'intégrale

$$\int_{x_0}^{X}\int_{y_0}^{Y}\int_{z_0}^{Z} f(x,y,z)\,dx\,dy\,dz,$$

dans laquelle z_0, Z sont des fonctions de x et y; y_0, Y des fonctions de x seulement; enfin x_0, X, des constantes. Cette intégrale est la limite vers laquelle tend la somme des intégrales

$$\int_{z_0}^{a-\varepsilon}\int_{y_0}^{Y}\int_{z_0}^{Z} f(x,y,z)\,dx\,dy\,dz+\int_{a+\varepsilon}^{X}\int_{y_0}^{Y}\int_{z_0}^{Z} f(x,y,z)\,dx\,dy\,dz,$$

à mesure que la quantité très petite ε marche vers zéro; cette dernière somme est en effet l'intégrale précédente, dont on retranche la portion infiniment petite et singulière, comprise dans l'intervalle $a-\varepsilon$ et $a+\varepsilon$ des valeurs de x. La différentielle de cette somme par rapport à a, sera donc

$$\int_{z_0}^{X}\int_{y_0}^{Y}\int_{z_0}^{Z}\frac{df(x,y,z)}{da}dx\,dy\,dz-\int_{b-\varepsilon^n}^{b+\varepsilon^n}\int_{c-\varepsilon^n}^{c+\varepsilon^n}\left\{f(x+a,y,z)-f(x-a,y,z)\right\}dy\,dz;$$

car telle est la forme des limites de y et de z dans les environs du point singulier, dont les coordonnées sont a, b, c. M. Ostrogradsky a prouvé que l'exposant n est le plus souvent inférieur à $\frac{1}{3}$, en sorte que si l'on pose $y=b+\varepsilon y$, $z=c+\varepsilon z$, on aura pour les limites de la seconde intégrale double, $-\varepsilon^{n-1}$ et $+\varepsilon^{n-1}$, ou si l'on veut $-\infty$ et $+\infty$. Alors il vient, en négligeant εz et εy par rapport à b et à c,

$$\int^{X}\int_{y_0}^{Y}\int_{z^0}^{Z}\frac{df(x,y,z)}{da}dx\,dy\,dz-\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\left\{f(x+a,b,c)-f(x-a,b,c)\right\}\varepsilon^2\,dy\,dz.$$

Si maintenant on applique cette formule à la différentiation de $\frac{dV}{da}$ par rapport à a, de $\frac{dV}{db}$ par rapport à b et de $\frac{dV}{dc}$ par rap-

port à c, en posant d'abord

$$f(x,y,z) = km\frac{\rho(x-a)}{D},$$

et prenant pour plus de généralité $\rho = F(x,y,z)$, on arrive à

$$\frac{d^2V}{da^2} = km\int\int\int\left\{\frac{3(x-a)^2}{D^5} - \frac{1}{D^3}\right\}\rho\, dx\, dy\, dz - 4\pi km\rho_0,$$

ρ_0 étant la densité au point m. Quant aux deux autres coefficiens différentiels, pris par rapport à b et à c, ils donnent zéro pour le dernier terme de leur expression, en sorte que la somme des trois est

$$\frac{d^2V}{da^2} + \frac{d^2V}{db^2} + \frac{d^2V}{dc^2} = -4\pi km\rho_0.$$

Quand le point m, au lieu de tomber comme précédemment dans l'intérieur du corps, se trouve placé sur l'un de ses plans limites $x = x_0$, $x = X$, on part de l'intégrale

$$\int_{x_0}^{a-\varepsilon}\int_{y_0}^{Y}\int_{z_0}^{Z} f(x,y,z)\, dx\, dy\, dz,$$

qui conduit évidemment à la moitié du résultat précédent, savoir à $-2\pi km\rho_0$ pour la somme des trois coefficiens différentiels de V. On voit quelle marche l'auteur a suivie pour démontrer que telle serait encore cette somme, si le point m était situé sur l'une des surfaces cylindriques $y = y_0$, $y = Y$, et enfin sur l'une ou l'autre des surfaces quelconques $z = z_0$, $z = Z$. On conçoit aussi comment l'auteur a pu, en suivant cette marche, démontrer que la même somme est égale à $-2\pi km\rho_0\omega$, si le point m est situé sur l'intersection de l'un des plans $x = x_0$, $x = X$ avec l'une des surfaces cylindriques $y = y_0$, $y = Y$, en désignant par ω l'angle dièdre de ces deux surfaces; comment, enfin, cette somme est égale à $-\frac{\pi km\rho_0}{2}$, si le point m est placé à l'un des angles solides d'un parallélepipède rectangulaire.

Mais il faut avouer que cette marche est laborieuse, que ces démonstrations sont obscures, décousues et bien éloignées de l'élégante simplicité de l'analyse de M. Poisson, car le théorème de ce géomètre renferme implicitement tous ceux de M. Ostrogradsky, et même beaucoup de cas particuliers que celui-ci n'a point résolus. En effet, d'après le théorème de M. Poisson

si le point m est placé sur l'intersection commune d'autant de surfaces que l'on voudra, par ce point m il faudra décrire une sphère d'un rayon égal à l'unité, et la portion de la surface de cette sphère, comprise dans l'intérieur du corps attirant, multipliée par $-km\rho$, exprimera toujours la somme des trois coefficiens différentiels de la fonction V, par rapport aux trois coordonnées a, b, c du point m.

Le théorème de M. Poisson paraît avoir été admis par tous les géomètres, ou du moins personne jusqu'ici n'a douté de son exactitude. Cependant la fonction V, différentiée deux fois de suite par rapport aux coordonnées a, b, c du point m, donne toujours identiquement zéro, pour la somme de ces trois coefficiens différentiels, quelle que soit d'ailleurs la position de ce point, à l'extérieur, à l'intérieur, ou sur la surface du sphéroïde. Par conséquent, il est vrai de dire que le théorème de Laplace est rigoureusement exact. Quand ce géomètre a énoncé son théorème, il n'a pas dit que la fonction V devait être différentiée par rapport à toutes les quantités a, b, c qui apparaîtraient dans la fonction, en passant aux limites des intégrales, ou de toute autre manière, mais seulement par rapport aux lettres a, b, c, considérées comme les coordonnées du point m. Si ce point est à la surface d'une sphère, par exemple, dont le rayon soit r, il arrivera qu'en passant aux limites des intégrales, on introduira dans la fonction, la quantité r considérée comme le rayon de la sphère, tandis qu'on y trouvera déjà la même quantité r considérée comme exprimant la distance du point m au centre de la sphère, ou comme dépendante des coordonnées a, b, c. A présent, si l'on confond entr'elles ces quantités égales quant à leurs valeurs, mais différentes quant à leur signification, on pourra trouver le théorème de Laplace en défaut, tandis qu'on l'eût trouvé parfaitement exact, si l'on se fût renfermé dans la question.

En effet, c'est une autre question à résoudre, que de déterminer la somme des trois coefficiens différentiels du 2e ordre de V, par rapport aux quantités a, b, c, quand, avant d'opérer ces différentiations, on confond avec les coordonnées a, b, c du point m, les quantités égales qui sont amenées par les limites du volume du sphéroïde. Mais il est douteux que le résultat obtenu par MM. Poisson et Ostrogradsky, pour le cas où

le point m est placé à la surface même du corps, soit toujours exact. Car si l'on prend une sphère dont le centre soit à l'origine des coordonnées, dont le rayon soit r et la densité uniforme ρ, les composantes rectangulaires de son attraction sur le point m seront évidemment.

$$-\frac{4}{3}\pi k m \rho \frac{r^3 a}{D^3}, \quad -\frac{4}{3}\pi k m \rho \frac{r^3 b}{D^3}, \quad -\frac{4}{3}\pi k m \rho \frac{r^3 c}{D^3},$$

et si l'on suppose que le point m soit à la surface de la sphère, auquel cas on a $D=r$, il restera

$$-\frac{4}{3}\pi k m \rho a, \quad -\frac{4}{3}\pi k m \rho b, \quad -\frac{4}{3}\pi k m \rho c,$$

pour les coefficiens différentiels de V, relativement aux coordonnées a, b, c. En différenciant une seconde fois, et ajoutant les trois résultats, on aura $-4\pi k m \rho$, et non pas $-2\pi k m \rho$, comme l'exigerait le théorème de M. Poisson. S.

53. Mémoire sur les développées des courbes planes, leur application à différentes considérations géométriques et à la construction des équations algébriques et transcendantes; par M. Dubois-Aymé et Bigeon. In-4° de 50 p. Paris, 1829; Mahler.

Si l'on prend pour coordonnées les arcs s d'une courbe plane, comptés d'un certain point de cette courbe, et les angles ω que les rayons de courbure forment avec une droite fixe menée dans le plan de la courbe, dont l'équation sera $s=\varphi(\omega)$; si de plus on désigne par r, r', r''... les rayons de courbure de la courbe proposée et de ses développées successives, il est très-facile de voir qu'on aura les relations suivantes :

$$(a) \quad r=\frac{d.\varphi(\omega)}{d\omega}, \quad r'=\frac{d^2.\varphi(\omega)}{d\omega^2}, \quad r''=\frac{d^3.\varphi(\omega)}{d\omega^3}, \text{ etc.}$$

Telle est la remarque qui sert de base aux recherches curieuses contenues dans ce mémoire.

Soit $\Omega=0$, une équation algébrique en ω du degré m; en posant $s=\Omega$, on aura $\frac{d^m s}{d\omega^m}=a$, a désignant une constante : ainsi la courbe $s=\Omega$ aura pour développée de l'ordre $(m-1)^e$, le cercle dont le rayon est égal à a. Si donc l'on trace ce cercle et ses développantes successives, en déterminant convenablement les constantes, d'après les valeurs des coefficiens de l'équa-

tion $\Omega=0$, la développante de l'ordre $(m-1)^e$ sera la courbe $s=\Omega$, et la développante de celle-ci aura pour la valeur de son rayon de courbure $r=\Omega$; par conséquent les points de rebroussement de cette dernière développante, pour lesquels le rayon de courbure s'évanouit, détermineront les racines réelles de l'équation $\Omega=0$. Ce mode de construction des équations algébriques est sans contredit le plus simple et le plus général; il a été exposé avec détail par M. Corancez, dans le 17[e] cahier du *Journal de l'École polytechnique*; on peut de même, ainsi que d'autres géomètres l'ont fait voir, construire terme à terme, au moyen des développantes du cercle, les séries qui expriment les valeurs des fonctions e^x, sin. x et cos x.

Les auteurs du présent mémoire appliquent ces principes à la solution de diverses questions de géométrie, par exemple à la détermination des courbes qui jouissent de la propriété d'être semblables, élément à élément, ou dans la totalité de leur cours, à leurs développantes ou à leurs développées d'un ordre donné. D'après la forme des relations (a), on appercevra facilement que la solution de ce problème repose sur l'intégration d'une équation linéaire en ω, de la forme la plus simple; et que les courbes qui jouissent des propriétés cherchées, sont en général celles dont l'expression en s se compose de fonctions exponentielles ou circulaires de ω; en autres termes, les courbes de la classe des spirales logarithmiques et des épicycloïdes.

On voit par la relation $ds=rd\omega$, que les accroissemens de l'arc, dans ce système de coordonnées, changent de signe à chaque point de rebroussement, en sorte que sa valeur algébrique diminue, quand sa longueur effective continue d'augmenter. Il suit de là que dans les courbes fermées, dont le cours présente des rebroussemens, à un même point de la courbe peuvent répondre des valeurs différentes de son arc, correspondantes elles-mêmes aux différentes valeurs, en nombre infini, que l'on peut assigner à ω. Par exemple, l'épicycloïde représentée par l'équation

$$s=a\left(1-\cos.\frac{\omega}{3}\right),$$

est une courbe fermée, ayant un rebroussement au point dont les coordonnées sont $s=0$, $\omega=0$; mais comme l'angle ω peut croître indéfiniment, on retombera sur le même point de re-

broussement, pour des valeurs de ω successivement égales à $3\pi, 6\pi, 9\pi$, etc., qui donnent alternativement $s=2a$, $s=6$, valeurs essentiellement différentes. On doit avoir égard à cette circonstance, quand on veut étendre aux équations transcendantes, le mode de construction des racines, indiqué plus haut pour les équations algébriques.

La parabole, dont l'équation en coordonnées rectangulaires est $x^2=2py$, aura pour son équation en s et ω, en prenant l'origine des s et des ω au sommet de la courbe,

$$(b) \qquad s=\frac{p}{2}\cdot\frac{\sin.\omega}{\cos.^2\omega}+\frac{p}{4}\log.\left[\frac{1+\sin.\omega}{1-\sin.\omega}\right];$$

pour $\omega=\frac{\pi}{2}$, il viendra $s=\infty$, ce qui doit être; mais si l'on conçoit que l'angle ω continue de croître, et atteigne, par exemple, la valeur π, on aura $s=0$, et ainsi de suite. Les auteurs du mémoire en concluent que l'on doit considérer l'équation (b), comme représentant une suite infinie de paraboles, placées à des distances infinies les unes des autres, et réunies par des rebroussemens situés également à l'infini; c'est ainsi qu'ils expliquent la construction géométrique des racines, en nombre infini, de l'équation

$$\frac{p}{2}\frac{\sin.\omega}{\cos.^2\omega}+\frac{p}{4}\log.\left[\frac{1+\sin.\omega}{1-\sin.\omega}\right]+b\omega=0.$$

Nous croyons qu'il est beaucoup plus simple de dire que la correspondance entre la géométrie et l'analyse cesse alors d'avoir lieu. A. C.

54. Théorie des nombres; par M. Legendre. 3e édit., 2 vol. de 440 et 463 p., avec 1 pl. Paris, 1830; Firmin Didot.

Les deux premières éditions de cet ouvrage portaient le nom d'*Essai sur la théorie des nombres*; celle-ci doit être considérée, ainsi que l'indique son titre, comme un traité complet sur cette théorie; les matières y ont reçu une distribution nouvelle, et des additions assez nombreuses; mais l'auteur a eu soin de rejeter, vers la fin de l'ouvrage, la plupart des changemens qui y ont été faits. Ainsi, les trois premières parties, comprenant le tome Ier, n'ont éprouvé que de légères modifications; la quatrième partie a été augmentée; quant à la cinquième, elle est refaite presqu'en entier, et on y trouve de nouveaux développe-

mens très-étendus sur les méthodes proposées par M. Gauss, pour la résolution des équations à deux termes. La sixième partie et l'appendice qui la suit, tiennent lieu des deux supplémens qui avaient été ajoutés successivement à la seconde édition, et présentent plusieurs démonstrations ou solutions qui n'avaient pas encore été publiées. Pour donner à nos lecteurs une faible idée de tout ce que contient ce grand ouvrage, nous allons transcrire ici l'énoncé des principaux paragraphes dont il se compose.

L'*introduction* contient des notions générales sur les nombres. La 1re *partie* est une exposition de diverses méthodes et propositions relatives à l'analyse indéterminée, comprenant les fractions continues; la résolution des équations indéterminées du premier degré; une méthode pour résoudre en nombres rationnels les équations indéterminées du second degré; un théorème pour juger de la possibilité ou de l'impossibilité de toute équation indéterminée du second dégré; le développement de la racine d'un nombre non-carré en fraction continue; la résolution en nombres entiers de l'équation indéterminée $x^2 - Ay^2 = \pm D$, D étant plus petit que la racine carrée de A; des théorèmes sur la possibilité des équations de la forme $Mx^2 - Ny^2 = \pm 1$, ou ± 2; la réduction de la formule $Ly^2 + Myz + Nz^2$ à l'expression la plus simple; le développement de la racine d'une équation du second degré en fraction continue; la comparaison des fractions continues résultantes du développement des deux racines d'une même équation du second degré; la résolution en nombres entiers de l'équation $Ly^2 + Myz + Nz^2 = \pm H$; le développement en fraction continue de la racine d'une équation d'un degré quelconque; et la résolution en nombres entiers de l'équation générale et indéterminée à deux inconnues.

La 2e *partie* renferme les propriétés générales des nombres, savoir: des théorèmes sur les nombres premiers; la forme des diviseurs de $t^2 + a u^2$, t et u étant premiers entre eux; la démonstration que tout nombre entier est la somme de quatre ou d'un moindre nombre de carrés; les diviseurs de $a_n \pm 1$; une loi de réciprocité entre deux nombres premiers quelconques; la résolution des équations

$$\frac{x^{\frac{c-1}{2}} \pm 1}{c} = e\,,$$

dans lesquelles c est un nombre premier quelconque; la rech[illegible]che des fonctions linéaires qui conviennent aux diviseurs [illegible] formules $t^2 + cu^2$, avec un grand nombre de théorèmes réu[illegible] en tableaux; sur les moyens de trouver un nombre prem[illegible] plus grand qu'un nombre donné, et l'usage des théorèmes a[illegible]quels on parvient, pour reconnaître si un nombre donné est u[illegible] nombre premier, ou s'il ne l'est pas.

La 3e *partie* renferme la théorie des nombres considér[illegible] comme décomposables en trois carrés; définition de la form[illegible] ternaire, nombres et diviseurs quadratiques auxquels cett[illegible] forme peut ou ne peut pas convenir; correspondance entre le[illegible] formes trinaires du nombre c et les diviseurs trinaires de l[illegible] formule $t^2+c\,u^2$; enfin théorèmes concernant les diviseur[illegible] quadratiques trinaires.

Le 4e *partie* embrasse des théorèmes sur les puissances de nombres; des théorèmes concernant la résolution en nombre entiers de l'équation $x^n - b = ay$; la résolution de l'équatio[illegible] $x_2 + a = 2^m y$; une méthode pour trouver le diviseur quadrati que qui renferme le produit de plusieurs diviseurs quadrati quçs donnés; la résolution en nombres entiers de l'équatio[illegible] $Ly^2+Myz+Nz^2=b\Pi$, Π étant le produit de plusieurs indétermi nées ou de leurs puissances; la démonstration d'une propriét[illegible] relative aux diviseurs quadratiques de la formule t^2+au^2, [illegible] étant un nombre premier $8n+1$; la démonstration du théorèm[illegible] contenant la loi de réciprocité qui existe entre deux nombre[illegible] premiers quelconques; une loi très remarquable observée dan[illegible] l'énumération des nombres premiers; divers théorèmes sur le[illegible] progressions arithmétiques; la preuve que tout diviseur qua dratique de la formule t^2+Nu^2, contient au moins un nombr[illegible] premier à N et plus petit que N; des méthodes pour trouve[illegible] combien, dans une progression arithmétique quelconque, il y [illegible] de termes qui ne sont divisibles par aucun des nombres pre miers compris dans une suite donnée; des méthodes pour com pléter la résolution en nombres entiers des équations indéterm nées du second degré; la discussion de l'équation $x^3+ay^3=bz$[illegible] une méthode pour la résolution de l'équation $y^2=a+bx+$[illegible]

$^2+dx^3+ex^4$ en nombres rationnels; le développement du produit $(1-x)(1-x^2)(1-x^3)\ldots$ continué à l'infini; les fonctions semblables; qui, étant multipliées entr'elles, donnent des produits semblables; quelques questions qui se rapportent plus ou moins directement à l'analyse indéterminée; enfin un problème remarquable par l'espèce d'analyse employée pour sa solution.

La 5e *partie* indique l'usage de l'analyse indéterminée dans la résolution de l'équation $x^n-1=0$, n étant un nombre premier; théorèmes préliminaires, pour arriver à la formation générale de l'équation du degré k pour les valeurs $k=2$, 3, 4, 5; exemples numériques; méthode de réduction pour compléter la théorie précédente; méthode pour parvenir à la résolution générale de l'équation $X=0$.

La 6e *partie* renferme les démonstrations de divers théorèmes d'analyse indéterminée, savoir, la décomposition d'un nombre donné a en quatre carrés, de manière que la somme de leurs racines, prises positivement, soit égale à un nombre donné b; la démonstration du théorème de Fermat sur les nombres polygones et de quelques autres théorèmes analogues; la discussion de l'équation $x^3+y^3+z^3=0$; celle de l'équation $x^5+y^5+z^5=0$; des théorèmes d'analyse, suivis de formules nouvelles pour les sections angulaires; une nouvelle démonstration de la loi de réciprocité qui existe entre deux nombres premiers.

L'*appendice* contient des méthodes nouvelles pour la résolution approchée des équations numériques; et la discussion de quelques équations dont la propriété est telle qu'une racine connue sert à déterminer rationnellement toutes les autres.

55. Sur la comparaison de diverses tables d'annuités; par M. J. W. Lubbock. (*Transactions of the Cambridge philosoph. Society*, Tom. III, 1re partie, pag. 321)

Dans un écrit précédent, *Bullet.* juin 1830, n° 214, l'auteur a indiqué la manière dont il lui paraissait convenable de déduire d'une table de mortalité donnée, la valeur de la probabilité de la vie dont dépend le calcul des annuités, et il a fait l'application de cette méthode à la table de mortalité de Chester, donnée par le Dr Haygarth. Il applique maintenant la même méthode à un grand nombre d'autres tables de mortalité.

Le procédé de calcul qu'il emploie consiste à remarquer qu'en appelant $p_{m,n}$ la probabilité qu'une personne de l'âge

m soit vivante après la n^e année, et r le taux de l'intérêt, la valeur d'une annuité sur la personne dont il s'agit est

$$\int \frac{p_{m,n}}{(1+r)^n},$$

la somme étant prise depuis $n=o$ jusqu'à $n=$ le plus grand âge contenu dans la table, diminué de m. Or la plupart des tables de mortalité ne donnent pas les nombres $p_{m,n}$ pour tous les âges, mais de 5 en 5 ans, ou même de 10 en 10 ans. On peut néanmoins calculer d'une manière approchée la valeur de la somme précédente, au moyen de la formule connue

$$n(y_0+y_1+y_2+\ldots+y_{m-1})+\frac{n-1}{2}(y_m-y_0)+, \text{etc.}$$

L'auteur emploie cette formule en se bornant à la correction indiquée par le second terme. Une comparaison des résultats obtenus de cette manière avec ceux qui ont été calculés en détails par divers auteurs, montre que l'on ne commet ainsi que de très faibles erreurs.

Des tables indiquent les résultats de ces calculs pour les diverses lois de mortalité connues. On y ajoute des observations sur les différences que ces tables présentent, et sur l'influence que peut avoir eu sur les nombres qu'elles contiennent l'augmentation progressive de la population. L'auteur essaie même de rectifier d'après cette vue les tables de Chester.

Ces remarques présentent de l'intérêt : elles tendent à perfectionner une partie de la philosophie naturelle trop négligée, comme le remarque l'auteur. Mais il ne paraît pas avoir fait assez d'attention au fait général résultant de toutes les recherches de ce genre, et qui consiste en ce que l'ordre de la mortalité varie essentiellement suivant la condition des personnes, et que les calculs déduits de certaines tables ne peuvent être appliqués en sécurité à un ordre de personnes différentes de celles qui ont été le sujet des observations.

56. Remarques sur l'article du *Bulletin des sciences mathémat.*, etc., de juin 1829, n° 259; par M. Ivory. (*Philosoph. Magaz.*, oct. 1829, p. 272.)

A propos d'une objection de M. Poisson contre le nouveau principe d'hydrostatique proposé par M. Ivory, et dont nous

nous sommes déjà fort occupé, le géomètre anglais revient sur la théorie de l'équilibre des fluides établie par Clairaut. Il persiste à la considérer comme incomplète dans le cas où les molécules fluides réagissent les unes sur les autres. Mais il sera impossible de s'entendre à ce sujet, si l'on veut à se jeter dans les discussions incomplètes et embrouillées, au lieu de revenir sans cesse à la question fondamentale. (Voyez à ce sujet la fin de l'article 90 du Tome IX de ce *Bulletin.*)

57. Méthode directe pour trouver la plus courte distance entre deux points de la surface de la terre, lorsque leurs positions sont données; par M. Ivory. (*Ibid.*; juillet 1830, pag. 30.)

M. Ivory calcule directement, par un développement en série, la plus courte distance de deux points dont on connaît les latitudes, quand on a de plus l'angle que fait avec l'équateur, le grand cercle de la sphère céleste qui passe par ces points; mais cette formule étant très compliquée, bien qu'elle n'embrasse que deux termes du développement en série, c'est-à-dire jusques et y compris la 4e puissance de l'aplatissement, nous renvoyons nos lecteurs à l'article même où elle se trouve établie.

58. Théorèmes sur la différentiation des produits, dont les facteurs sont les termes consécutifs d'une série quelconque; par Ed. Collins. (*Mémoires de l'Acad. des sc. de Pétersbourg*; 6e série, t. I, p. 3.)

Les théorèmes que l'auteur établit sont au nombre de quatre; on y arrive d'une manière direct; mais l'auteur n'ayant pas fait voir de quelle utilité ils sont, nous ne les reproduirons pas ici.

59. Tables logarithmiques et trigonométriques; par M. Hassler. In-12. Nouvelle-York, 1830; Carvill.

Ces tables stéréotypées sont à 7 décimales et à très petits caractères. Elles renferment une introduction de 8 pages en langue française, avec beaucoup de nombres et les formules trigonométriques; puis les logarithmes des nombres jusqu'à dix mille; les log. des sinus et tangentes pour le premier degré de seconde en seconde; les log. des cosinus et cotangentes du premier degré de demi-minute en demi-minute; les log. des sinus,

cosinus, tangentes et cotangentes de 10 en 10 secondes pour les 2e et 3e degrés; les log. des mêmes lignes de 30 en 30 secondes depuis 3° jusqu'à 90°; enfin les sinus naturels de 30 en 30 secondes pour tout le quart du cercle. Ces tables peuvent donc remplacer celles de Callet, et cependant, reliées, elles n'offrent qu'un volume très portatif, de 16 centimètres de long, sur 10 centimètres de large et 2 centimètres d'épaisseur, bien que le papier soit très fort.

60. Guide pratique de l'arithméticien; par M. Boniface. 2 vol. in-8° de 327 et 191 p. Paris, 1830; Louis Colas.

On trouve dans ce petit ouvrage, près de 6,000 opérations graduées sur toutes les parties de l'arithmétique. L'instituteur y trouvera les questions qu'il doit adresser à l'élève pour l'exercer, et les opérations qu'il peut lui proposer de faire. Ce n'est donc pas un livre où les principes de l'arithmétique sont exposés d'une manière nouvelle, mais un complément de tous les traités déjà publiés sur cette science. Le premier volume est destiné à l'élève, le second reste entre les mains du maître, et contient les réponses.

61. Élémens de géométrie descriptive; par M. Duchesne. 2e édit. In-8° de 206 p. et 25 pl. Paris, 1829; Mahler.

Nous avons annoncé la première édition de cet ouvrage, (*Bulletin*, Tom. IX, n° 89.)

62. Elements of Arithmetic. — Élémens d'arithmétique; par A. de Morgan. In-12 de 136 p. Londres, 1830; John Taylor.

Ce petit traité d'arithmétique, parfaitement bien imprimé, comme tous les livres de sciences que l'on publie à Londres, comprend, outre les opérations ordinaires de l'arithmétique, les poids et mesures de la Grande-Bretagne, et sous ce rapport il peut avoir une utilité réelle pour les étrangers.

63. A synopsis of the principal formulæ and results of pure mathematics. — Recueil des principales formules et des résultats principaux des mathématiques pures; par M. C. Brooke. In-8° de 358 p. Cambridge, 1829; Deighton. Londres; Rivington.

L'auteur de ce recueil a réuni toutes les formules que l'on rencontre dans les Traités d'algèbre de Wood, Euler, Bourdon, Lacroix, Garnier; dans la Théorie des nombres de Barlow, Legendre; dans le Calcul différentiel de Lacroix, Lardner; dans les Sections coniques de Biot, Hamilton, Lardner, Hustler; dans la Mécanique céleste de Laplace; dans la Trigonométrie de Legendre, Woodhouse, Lardner, Cagnoli; dans le Cours de mathématiques de Francœur, et dans l'Encyclopédie métropolitaine. Il ne se borne pourtant pas à l'énumération des formules, mais il fait connaître sommairement les méthodes principales de calcul qui conduisent à ces formules.

64. LEHRBUCH DER GEOMETRIE, etc. — Traité de Géométrie; par W. A. FOERSTEMANN; 1re et 2e parties, 2 vol. in-8° de 255 et 289 p., avec pl. Dantzig, 1827 et 1829; Anhuth.

Cet ouvrage ne traite que de la géométrie plane, mais il offre un recueil extrêmement abondant de théorèmes et de problèmes sur cette branche de la géométrie, et il est au niveau des recherches les plus modernes. La théorie des triangles, des polygones et du cercle s'y trouve exposée avec les plus grands détails. Le premier volume a pour objet la géométrie élémentaire ou synthétique; le second, l'application de l'algèbre à la résolution des problèmes géométriques, la trigonométrie, le calcul des fonctions circulaires, et ce que l'auteur appelle la cyclométrie, ou la rectification et la quadrature du cercle, la théorie des *maxima et minima*, etc. Dans cette seconde partie, l'auteur expose la théorie des signes d'une manière fort lumineuse; et en général son livre se recommande à tous les professeurs par la clarté des méthodes, et le grand nombre d'applications qui s'y trouvent. A. C.

65. GESCHICHTE DER MATHEMATIK. — Histoire des mathématiques depuis les temps les plus anciens jusqu'aux plus modernes; par J. H. M. POPPE. In-8° de 666 p. Tübingen 1828; Osiander.

Ce livre comprend non seulement l'histoire des mathématiques pures, mais celles de l'astronomie, de l'optique, de la perspective, des principaux arts mécaniques, tels que l'horlogerie. On conçoit, d'après cela, qu'on ne peut guère y trouver

que des dates et des noms d'inventeurs. De plus, l'auteur y a joint un petit catalogue de bibliothèque mathématique. Cet ouvrage, dans sa forme succincte, peut-être utile à consulter, principalement pour ce qui concerne la littérature mathématique de l'Allemagne, trop peu connue aux écrivains qui ont traité le même sujet, c'est-à-dire à Montucla et Bossut.

66. Vorschule zur analytischen Stereometrie für schiefe Axen. — Introduction à la stéréométrie analytique pour des axes obliques; par le Dr A. Hohl. In-8° de 150 p., avec 1 pl. Tübingen, 1830; Osiander.

La première partie traite de la trigonométrie plane, et de ce que l'auteur appelle la trigonométrie solide (*Koerperlich*), en particulier de la résolution du parallélipipède et de la pyramide triangulaire; la seconde partie a pour objet d'établir des rélations entre les angles que forment des droites ou des plans avec un système de trois axes ou de trois plans, ce qui servira d'introduction à un ouvrage que M. Hohl se propose de publier sur les formules de la géométrie analytique, rapportées à des axes obliques.

67. Grundriss der allgemeinen Arithmetik oder Analysis. — Fondemens de l'arithmétique universelle ou de l'analyse; par B. F. Thibaut. 2e édition, 1re partie, in-8° de 400 p. Goettingue, 1830; Dieterich.

L'auteur annonce qu'il s'est beaucoup écarté de la marche ordinairement suivie dans l'exposition des élémens d'algèbre: ainsi dans ce premier volume on ne trouve rien sur la théorie des équations; le développement ou la transformation des fonctions en polynomes ou en séries ordonnées suivant les puissances d'une variable, est regardé comme le problème fondamental de l'analyse, à l'exposition duquel cette première partie est entièrement consacrée. En conséquence, par les notations et les méthodes, ce livre se rattache principalement à la branche d'analyse que l'on appelle combinatoire. La théorie des symboles imaginaires des racines de l'unité, des fonctions logarithmiques et circulaires s'y trouve aussi exposée avec un grand détail; mais l'auteur déduit directement les propriétés des fonctions circulaires, de leur expression en symboles imaginaires,

méthode que plusieurs personnes ne jugeraient pas suffisamment rigoureuse.

68. DESCRIPTION D'UN NOUVEAU PANTOGRAPHE; par M. PARROT. (*Mémoires de l'Acad. des sc. de Pétersbourg*; 6ᵉ série, Tom. I, p. 25.)

Ce pantographe sert depuis 5 ans à la confection de la carte de Livonie, sous la direction de MM. Struve et Engelhardt. Les réductions peuvent se faire, avec cet instrument, depuis le rapport de 7 à 2 jusqu'à celui de 300 à 1. Dans le travail cité, on s'est servi du rapport de 35 à 1, en prenant pour original de la copie, la grande carte levée par l'astronome de Dorpat. On sait que tout pantographe consiste en un parallélogramme formé de quatre règles égales qui tournent à charnières les unes sur les autres. Pour avoir une idée du pantographe de M. Parrot, on doit tracer un triangle équilatéral $a\,b\,f$; prendre le milieu c de $a\,f$; le milieu d de $b\,f$, et le milieu h de $a\,b$; puis mener les droites $c\,d$, $c\,h$; enfin tirer une droite $a\,g\,e$ qui coupe $c\,d$ en g et $b\,f$ en e. Alors $a\,b$, $b\,f$, $c\,d$, $c\,h$, étant des règles qui ont des charnières en c, d, b, h, le point e est rendu fixe, le point g porte le crayon qui doit tracer la copie réduite, et le point a est celui que l'on promène sur le dessin original. Il est clair que les dimensions seront réduites dans le rapport de $g\,d$ à $a\,b$, et l'on aura l'avantage d'avoir le crayon placé, non pas à la charnière c, comme dans les pantographes ordinaires, pour lesquels le point fixe est f, mais quelque part le long de la règle $c\,d$. M. Parrot a employé pour son instrument des charnières à pivot; il a muni de verniers ses règles divisées; enfin il a imaginé d'ajouter à ce premier pantographe un second pantographe plus petit, dont le bout a' se fixe au point g du premier, et qui a pareillement un point fixe en e', l'analogue de e. Dans ce cas, le crayon n'est plus placé en g, mais au point g' qui correspond à g dans le second pantographe. Alors les dessins sont copiés dans le rapport composé $\frac{g\,d}{a\,b} \times \frac{g'\,d'}{a'\,b'}$.

Mais pour la construction de l'appareil, tel qu'il a été réellement exécuté, il faut nécessairement recourir aux figures qui accompagnent le mémoire de l'auteur.

ASTRONOMIE.

69. MÉMOIRE SUR UN NOUVEAU CALCUL DES LATITUDES DE MONT-JOUY ET DE BARCELONE, pour servir de supplément au Traité de la base du système métrique; par M. NICOLLET. (*Connaiss. des Temps, pour* 1831, p. 58.) — RÉFLEXIONS SUR CE MÉMOIRE. (*Philos. Magaz.*, mars, 1829, p. 180.)

Dans la mesure de l'arc compris entre Dunkerque et Barcelone, Méchain avait eu en partage la partie méridionale de cet arc, qui s'étend de Barcelone à Rhodez. Pour déterminer la latitude de cette extrémité de l'arc, il observa les distances zénithales de plusieurs étoiles circompolaires, d'abord au fort de Mont-Jouy, en 1792, puis à Barcelone, en 1793 et 1794, durant sa captivité. La première de ces deux stations est à 950 toises au sud de la seconde, ou, en arc, à 59″, 33. Or, l'amplitude moyenne de ce très-petit arc, se trouva être, d'après les observations des étoiles, de 3″, 24 plus grande que la valeur géodésique. Cette différence jeta Méchain dans une grande perplexité, en lui faisant concevoir des doutes sur l'exactitude de toute la mesure de la méridienne. « Quand on lit la notice sur sa vie, dit M. Nicollet, et les fragmens de sa correspondance, publiés par M. Delambre, son ami et son commentateur, on ne peut se défendre d'un vif sentiment de peine et d'intérêt, en pensant aux conséquences déplorables qu'un motif, aujourd'hui si léger, a exercées sur sa destinée. Du jour où ces prétendues erreurs frappèrent son imagination, du jour où il prit la funeste résolution de taire la plus importante, dans l'espoir de retourner la vérifier plus tard, le bonheur qui l'avait d'abord accompagné disparut sans retour : le poids de son secret, l'accident qui met sa vie en péril, l'ennui de sa captivité, les fatigues qu'il endure avec tant de constance, ses inquiétudes sur sa famille dont il est sans nouvelles depuis neuf mois, toutes ces causes altèrent son caractère, le jettent dans un état de mélancolie, de réticence, d'irrésolution, et parfois d'indifférence et d'inertie, que personne ne peut ni compren-

dre ni combattre. Dix années se passent dans un enchaînement inoui d'événemens et de traverses qui l'abreuvent d'amertume en précipitant sa fin. Méchain est mort loin de sa patrie, de sa famille et de ses amis, victime du zèle et du dévouement qu'il a déployés dans ses missions, et sans avoir eu le temps de jouir de la considération et de la célébrité que ses services lui ont méritées. »

On a vainement cherché la cause de cette anomalie. Méchain l'attribuait à l'imperfection de ses instrumens ; d'autres l'ont attribuée à l'attraction du Mont-Jouy, qui a dû, suivant eux, changer la direction de la verticale à Barcelone. Quant à M. Nicollet, on verra tout à l'heure l'explication qu'il en donne.

Les observations de Mont-Jouy portent sur α du dragon, α et β de la petite ourse, ζ de la grande ourse, β du taureau, et β des gémeaux; celles de Barcelone sont relatives à α et β de la petite ourse, ζ de la grande ourse, α du cocher et β des gémeaux. Méchain observa un grand nombre de fois les passages de ces étoiles au méridien; il en concluait les latitudes de Mont-Jouy et de Barcelone, aussi bien que la déclinaison de celles de ces étoiles dont il pouvait observer les passages supérieurs et inférieurs. La différence entre ces latitudes, déterminées astronomiquement, se trouva, comme on vient de le dire, de trois secondes et quart plus forte que la même différence déterminée par des mesures géodésiques; c'est le résultat de la comparaison des valeurs moyennes; mais l'anomalie était bien plus forte quand on ne faisait usage que des passages inférieurs de ζ de la grande ourse. Le rôle fâcheux que cette étoile joue ainsi dans la mesure du méridien, pourrait provenir, suivant M. Nicollet, de sa nature multiple. En effet, cet astre, vu à d'assez forts grossissemens, est réellement une étoile double, l'une de 3e et l'autre de 6e grandeur, la petite de 11 ou 12 secondes plus australe que la grande, dont elle se trouve éloignée de 13 à 14 secondes. La proximité de ces deux étoiles, fait que la plus petite, qui serait aisément visible dans une situation isolée, se trouve effacée par l'éclat de la plus grande; mais il en résulte réellement un foyer lumineux, dont le centre tombe dans l'intervalle des deux étoiles, plus près de la grande que de la petite. Par conséquent, les distances zénithales de l'étoile, considérée comme simple, doivent être trop grandes dans les

passages inférieurs, et trop petites dans les passages supérieurs. Mais cette double erreur n'en devait apporter aucune dans la détermination de la hauteur du pôle ou de la latitude; cela revenait à prendre une étoile plus australe que l'étoile principale de ζ. Il est vrai que M. Nicollet ajoute à cette prétendue cause d'erreur, l'absorption de la lumière de la petite étoile de ζ, observée à son passage inférieur, absorption produite par les couches de l'atmosphère voisines de l'horizon, et qui devait rapprocher de la grande étoile de ζ, le centre apparent des rayons émanés du système. Mais il est à croire que l'absorption de la lumière était proportionnelle aux intensités de chacune des étoiles de ce système; proportionnalité admise par les physiciens tant que les lumières que l'on compare entr'elles sont dans un rapport moindre que de 1 à 60. Or, on est ici bien éloigné de ce rapport limite, et par conséquent, l'affaiblissement des rayons des deux étoiles étant proportionnel, le centre de la lumière du système n'est point sujet à varier.

Mais à quoi bon discuter une hypothèse inadmissible! ni Méchain, ni Delambre ne pouvaient ignorer la duplicité de l'étoile en question, puisque, d'après M. Nicollet lui-même, Bradley, Bugge et Flaugergues l'avaient déjà signalée comme telle. L'auteur anonyme des *Réflexions sur le mémoire de M. Nicollet*, tranche tout-à-fait cette question, en citant une lettre de Méchain, adressée à M. de Zach, et insérée dans le 8e vol. de sa *Monatliche Correspondenz*, p. 455; cette lettre, écrite en 1803, contient en effet le paragraphe suivant. « Ne croyez pas au mouvement du compagnon de ζ de la grande ourse, que M. Flaugergues a annoncé dans notre *Connaissance des Temps*, an XI. Quant à moi, j'ai vu ces deux étoiles, il y a vingt-cinq ans, précisément telles que je les vois à présent. Comme j'ai souvent observé cette étoile à Barcelone et à Mont-Jouy, j'ai très-distinctement vu la petite étoile dans la faible lunette de mon cercle de Borda, etc. » M. Méchain, dans les *Éphémérides* de Berlin pour 1804, p. 189, promet de donner des détails ultérieurs sur cette étoile; mais il paraît qu'il ne l'a pas fait.

M. Nicollet n'est guère plus heureux dans ses explications, quand il attribue la discordance des observations de Mont-Jouy et de Barcelone, à une troisième source d'erreurs dérivant des

réfractions astronomiques. D'après les meilleurs catalogues d'étoiles, il détermine les déclinaisons de celles qui furent observées par Méchain, pour 1793 et 1794; puis il calcule les latitudes de Mont-Jouy et de Barcelonne, en partant des observations des passages supérieurs et inférieurs de ces étoiles, observés par Méchain. Voici les résultats moyens :

Latitude de Mont-Jouy.

	ζ *Grande ourse.*		α *Dragon.*
Passage supérieur	41° 21′ 44″,98	—	41° 21′ 47″,28
Passage inférieur	41 21 36,18	—	41 21 43,15
	β *Taureau.*		β *Gémeaux.*
Passage supérieur	41° 21′ 43″,76	—	41° 21′ 43″,90

Latitude de Barcelone.

	ζ *Grande ourse.*		α *Cocher.*
Passage supérieur	41° 22′ 46″,73	—	41° 22′ 44″,51
Passage inférieur	41 22 40,47		
	β *Gémeaux.*		
Passage supérieur	41° 22′ 41″,93		

La moyenne, pour la latitude de Mont-Jouy, est de 41° 21′ 43″, 37, et, pour la latitude de Barcelone 41° 22′ 43″, 35 : différence 59″, 98. Si l'on rejette l'observation des passages inférieurs de ζ de la grande ourse, la différence des deux latitudes deviendrait 59″, 77, qui s'accorde assez bien avec la précédente, ainsi qu'avec la valeur géodésique 59″, 33.

De cette manière, M. Nicollet montre bien que les erreurs se compensent dans le résultat définitif, mais il n'explique pas la difficulté au fond. En effet, Méchain ayant observé ζ de la grande ourse, en deux stations très-rapprochées l'une de l'autre, et dans des circonstances atmosphériques aussi semblables que possible, il serait extraordinaire que les erreurs ne fussent pas les mêmes dans ces deux séries d'observations; néanmoins c'est ce qui n'arrive pas, et c'est ce qui a causé le désespoir de Méchain. D'après les calculs mêmes de M. Nicollet, la différence de latitude est de 61″, 75, en s'appuyant sur les passages supérieurs de ζ, et de 64″, 29, en s'appuyant sur les passages inférieurs de la même étoile : résultat moyen 63″, 02, qui surpasse de 3″, 69, la différence géodésique 59″, 33. La même discordance existe pour β de la petite ourse, d'après les calculs de l'auteur des *Réflexions*. Par conséquent, les anomalies des ob-

servations de Méchain ne sont nullement expliquées par M. Nicollet. Le parti le plus sage à prendre, serait de répéter ces observations sur place; la question en vaut la peine. S.

70. Mémoire sur le problème de la perturbation des planètes; par M. Cisa de Gresy. — Addition a ce mémoire; par le même. (*Mémoires de l'Acad. des sc. de Turin*, pour 1829, p. 275 et 357.)

Les travaux d'Euler, Lagrange, Laplace, de MM. Poisson et Plana, ont donné à la théorie des perturbations planétaires, un degré de précision et d'importance qu'il semble bien difficile de dépasser. Récemment, M. Hansen, dans le Journal de M. Schumacher (*Astronomische Nachrichten*, n° 168) a repris la partie analytique de ce problème, en même temps que M. Cisa de Gresy. Comme on ne connaît pas à priori la masse des planètes; que, dans l'état actuel de l'analyse, l'intégration des équations différentielles qui expriment les conditions de la question, est impossible; qu'enfin l'observation ne peut donner que des valeurs moyennes des élémens elliptiques; on voit que ce problème est d'une extrême difficulté à traiter, si ce n'est en le réduisant à des approximations successives et par des méthodes indirectes. Cependant, en se bornant à la première puissance des forces perturbatrices et de l'excentricité, ce qui suffit en général aux besoins de l'astronomie, les calculs deviennent assez simples. Par l'emploi du principe de la variation des constantes arbitraires, on ramène la théorie des perturbations planétaires à l'intégration d'un système d'équations linéaires, dans lesquelles la différentielle de chaque élément elliptique est exprimée par les différences partielles de la fonction perturbatrice, multipliées par l'élément du temps.

M. Cisa de Gresy montre, dans son mémoire, l'accord des résultats que Lagrange a donnés dans le volume de Berlin, 1783, pour la variation périodique des six élémens elliptiques, avec ceux qu'on tire de cette dernière méthode. Les formules des variations du nœud et de l'inclinaison de l'orbite sont telles, que l'on serait tenté de croire à *priori*, d'après leur forme, qu'elles ne peuvent coïncider avec la solution de Lagrange, que Laplace a également donnée dans sa Mécanique céleste, avec des considérations qui lui sont propres. L'auteur s'efforce

de montrer que l'accord subsiste. Il commence par reproduire les travaux des géomètres qui l'ont précédé, et se livre ensuite aux recherches qui font l'objet spécial de son mémoire. Ainsi, après avoir ramené les formules générales différentielles pour la variation des constantes arbitraires relatives au nœud et à l'inclinaison de l'orbite, à celles qui sont employées dans le mémoire de Berlin, il montre que l'accord le plus parfait subsiste entre les résultats, soit qu'on suive le procédé de Lagrange, soit qu'on se serve de la variation des constantes arbitraires. Dans la première partie il s'est uniquement borné à considérer les termes indépendans de l'excentricité, ainsi que l'avait fait Lagrange. Cependant, comme c'est en ayant égard aux termes qui dépendent de cet élément que les deux solutions paraissent différer à quelques égards l'une de l'autre, par la manière dont Laplace détermine les constantes arbitraires, M. Cisa de Gresy étend cette comparaison, dans son second mémoire, aux termes qui dépendent du premier ordre de l'excentricité. Comme ce travail consiste principalement dans une suite d'artifices d'analyse propres à donner aux équations différentes formes, il n'est pas susceptible d'être analysé : les considérations qu'il renferme doivent jeter une nouvelle lumière sur une théorie aussi intéressante que compliquée.

FRANCOEUR.

71. I. CORRECTIONES TEMPORIS EX ALTITUDINIBUS CORRESPONDENTIBUS; calculées par MAX. WEISSE. In-4° de quelques p. Cracovie, 1829.

II. COORDINATÆ MERCURII, VENERIS, MARTIS, JOVIS, SATURNI ET URANI; calculées par MAX. WEISSE. In-4° de 76 p. Cracovie, 1829.

Lorsqu'on observe les heures marquées par une pendule aux instans où un astre se trouve à même hauteur de part et d'autre du méridien, l'heure du milieu est celle que l'instrument marquait à l'instant du passage, en supposant que le mouvement ait été uniforme dans l'intervalle. C'est donc un excellent moyen d'avoir l'heure et la marche de la pendule. Mais ce qu'on vient de dire suppose que l'astre observé conserve la même déclinaison dans cette durée, ce qui n'arrive qu'acciden-

tellement pour le soleil et les planètes. On est obligé dans ces cas de faire subir à l'heure du milieu entre les observations, une correction donnée par une formule assez compliquée, qui revient à

$$A\, v \text{ tang. } D - B\, v \text{ tang. } l,$$

où D est la déclinaison actuelle de l'astre, v la variation en 24 heures, l la latitude du lieu, A et B des constantes qui ne dépendent que du temps écoulé entre les hauteurs correspondantes. On trouvera cette théorie développée p. 189 de mon Astronomie pratique.

Pour faciliter ces calculs, M. Weisse donne des Tables des logarithmes de A et B, pour toutes les valeurs du temps écoulé de minute en minute. De semblables productions ont déjà été publiées par Delambre, et MM. De Zach et Gauss. Celles de M. Weisse sont d'un usage fort commode et conviennent à tous les lieux du globe terrestre.

Le second ouvrage que nous annonçons a plus d'importance. La détermination du lieu des planètes exige des calculs assez longs. M. Gauss, dans sa *Theoria motûs corporum cœlestium*, p. 57, a donné des formules très-simples pour trouver l'ascension droite et la déclinaison géométrique de ces corps, ainsi que leur distance à la terre. Ces formules, dont M. Littrow a présenté la démonstration dans le dernier volume des mémoires de la Société astronomique de Londres, ont déjà fait le sujet de notre examen, et il serait superflu d'y revenir ici. M. Weisse se propose de construire des tables propres à faciliter l'application de la méthode de M. Gauss; tel est le but de l'ouvrage qu'il publie. Ce travail sera utile aux astronomes qui font de ce genre d'observation le sujet de leurs recherches. Du reste, les nouvelles tables, empruntant leurs élémens de celles de MM. Bouvard et Lindenau, n'ont pas l'avantage de donner des résultats plus précis; on obtient seulement ces nombres avec plus de facilité. De nombreux exemples éclairent le calculateur sur la forme et l'usage de ces tables. Francoeur.

72. Élémens de la Comète observée dernièrement dans la constellation de Pégase; par M. Rumker. (*Philos. Magaz.*; juillet 1830, p. 50).

L'auteur, en s'appuyant sur les observations de cette comète

faites par M. Taylor à Greenwich, du 4 mai au 1 juin 1830, a trouvé les élémens suivans : passage de la comète à son périhélie, le 11 avril à 2 h. 7 m. 30 s. de temps moyen à Greenwich; longitude du périhélie, 213° 20′ 47″; longitude du nœud ascendant, 205° 48′ 17″; logarithme de la distance périhélie 9,9677241; inclinaison 20° 28′ 31″; mouvement direct.

73. Notice sur les observations de la comète d'Enke, pendant son apparition en 1828; par M. Struve. (*Séance publique de l'Acad. des sc. de Pétersbourg*, le 29 déc. 1828.)

Il résulte de ces observations que la comète d'Enke reçoit très-vraisemblablement sa lumière du soleil; qu'elle n'a pas probablement de noyau solide, car l'auteur a pu distinguer de très-petites étoiles à travers la nébulosité, même à peu de secondes de son point le plus brillant; qu'elle offre un centre d'intensité de lumière plus rapproché du bord que du centre de la tache; que la comète est devenue d'autant plus brillante qu'elle se rapprochait plus du soleil, et qu'au contraire, ses dimensions allaient en diminuant, bien qu'elle se rapprochât aussi de la terre; que l'axe ou la direction de la queue de cette comète faisait avec le rayon vecteur solaire un angle considérable, qui a varié de 100° à 154°, en sorte que la queue de la comète est plutôt dirigée contre le soleil qu'elle ne paraît s'en éloigner, contrairement aux apparences que présentent tous les astres de ce genre; qu'enfin, sa forme en 1828 n'était plus la même qu'en 1825.

74. Idées sur la nature physique des Comètes; par M. Parrot. (*Ibid.*; p. 119.)

L'auteur arrive à cette conclusion que « si une matière élastique, disséminée dans l'espace, peut se former en un sphéroïde, les densités de ce sphéroïde croîtront en progression géométrique jusques au milieu du rayon, et diminueront de là suivant la même loi jusqu'au centre. » Nos lecteurs, sans doute, ne nous en demanderont pas davantage.

75. Calcul des oppositions de Jupiter et de Saturne, observées à St-Pétersbourg en 1818; par P. Tarkhanoff. (*Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg*; 6e série, T. I, p. 95.)

Ces observations ont été faites par l'auteur conjointement

avec M. Wisuiewsky; le premier observait à l'instrument des passages de Troughton, de cinq pieds, et le second au quart de cercle mural de Bird, de 8 pieds de rayon. Jupiter a été comparé avec π et d du Sagittaire, et Saturne avec α et γ du Verseau. Ces observations sont au nombre de 4 pour Jupiter et de 5 pour Saturne. Voici les résultats définitifs : l'opposition de Jupiter est arrivée le 30 juin 1818 après midi à 3 h. 43 min. 56,81 s., temps moyen solaire à Pétersbourg; la longitude héliocentrique de la Terre et de la planète était alors de $9^s\ 8^\circ\ 5'\ 7'',55$, et la latitude héliocentrique de Jupiter, $41'',72$ boréale.

Quant à Saturne, son opposition a eu lieu le 8 sept. 1818, le matin à 4 h. 57 m. 2,89 s., temps moyen solaire à Pétersbourg; la longitude héliocentrique de la Terre et de la planète était alors $11^s\ 14^\circ\ 49'\ 46'',31$, et la latitude australe de Saturne, $1^\circ\ 59'\ 3'',722$.

L'erreur des tables de Jupiter, publiées en 1808 par M. Bouvard, a été, terme moyen, de $-5'',74$ en longitude héliocentrique, et de $-4'',15$ en latitude. Pour Saturne, cette erreur a été $-1'',28$ en longitude héliocentrique, et de $+3'',471$ en longitude géocentrique.

PHYSIQUE.

76. Analyse expérimentale et théorique des phénomènes physiologiques produits par l'électricité sur la grenouille; avec un appendice sur la nature du tétanos et de la paralysie, et sur les moyens de traiter ces deux maladies par l'électricité; par M. Nobili. (*Annal. de Chim. et de Phys.*; T. 42, p. 60.)

On a déjà fait beaucoup d'expériences sur l'excitabilité des diverses parties de la grenouille par les courans électriques. M. Marianini est le dernier physicien qui s'en soit occupé. Il a appelé *contractions idiopathiques*, celles que l'animal éprouve quelle que soit la direction suivant laquelle le courant pénètre les muscles; et *contractions sympathiques*, celles qui sont produites alors seulement que le courant parcourt les nerfs dans le sens de leur ramification. Il est arrivé à ce résultat principal

que, si l'électricité pénètre les nerfs en sens contraire de leur ramification, au lieu d'occasioner une contraction, c'est une sensation qu'il produit ; laquelle a encore lieu, quand on interrompt le circuit qui parcourt les nerfs dans le sens de leurs ramifications. Dans le cas, au contraire, où le courant marche en sens inverse des ramifications du nerf, on obtient une secousse à l'instant seulement de la rupture du courant. M. Nobili a pensé que pour expliquer les nombreuses anomalies que présentent ces lois, il fallait étudier l'action du courant électrique sur le nerf isolé, puis sur le muscle, pour connaître ce qu'il fallait attribuer à chacun de ces systèmes.

Pour faire ses observations sur le nerf seul, M. Nobili prépare la grenouille à la manière de Galvani, mais en ne laissant subsister qu'un seul nerf; puis il applique sur deux points de ce nerf, les extrémités d'un arc cuivre et platine. Le courant étant considéré comme *direct*, ou comme *inverse*, selon qu'il marche dans le sens de la ramification des nerfs, ou en sens contraire, voici les résultats qu'on obtient : quand le circuit est fermé, on n'obtient aucune contraction; mais en le fermant ou en l'ouvrant, les contractions sont à peu près d'égale intensité, quand la grenouille est très-fraîchement préparée, et deviennent de plus en plus faibles à mesure que le temps s'écoule, ainsi que le montre le tableau suivant :

		COURANT DIRECT.	COURANT INVERSE.
1er état.....	en fermant.......	contractions très-fortes.	contractions très-fortes.
	en ouvrant.......	contractions très-fortes.	contractions très-fortes.
2e état.....	en fermant.......	contractions fortes....	rien.
	en ouvrant.......	contractions faibles....	contractions fortes.
3e état.....	en fermant.......	contractions fortes....	rien.
	en ouvrant.......	rien.................	contractions fortes.
4e état.....	en fermant.......	contractions..........	rien.
	en ouvrant.......	rien....	rien.
5e état.....	en fermant.......	rien.................	rien.
	en ouvrant.......	rien.................	rien.

Alors, pour exciter le nerf, il faut employer un couple voltaïque plus fort que le précédent. Nous laissons à nos lecteurs

le soin de tirer de ces expériences les conséquences qui s'en déduisent naturellement.

La présence du muscle n'altère pas la loi des contractions observée sur le nerf, seulement il y a quelque différence dans l'intensité des secousses, comme on peut s'en assurer en plaçant sur le muscle l'une des extrémités du couple voltaïque; d'où il suit que le muscle ne se contracte pas directement, mais en vertu de l'irritation que reçoit et lui transmet le nerf. Malheureusement il est impossible d'isoler complètement le muscle, comme on isole le nerf crural; mais on observe que les contractions du muscle sont d'autant plus faibles qu'on l'a plus isolé des nombreux filets nerveux qui le traversent. Quand on établit le courant, celui-ci se décharge à travers la masse musculaire, s'insinue dans les filets nerveux qui vont en sens divers, de telle sorte que les contractions ont également lieu quelle que soit la direction du courant : on obtient alors le genre de contractions que M. Marianini a nommées idiopathiques.

Après avoir observé les effets de ce que l'auteur a nommé le courant de la grenouille, il examine les deux genres de maladie que l'on a désignés sous les noms de tétanos et de paralysie, dont l'une consisterait, suivant lui, dans une excitation continue du système nerveux, et l'autre dans l'engourdissement de ce système. Alors le tétanos pourrait être avantageusement combattu par un courant continu d'électricité, qui, en affaiblissant l'irritabilité des nerfs, les soustrairait à l'action qui produit en eux l'affection tétanique. Quant à la paralysie, on pourrait la combattre en soumettant le membre paralysé à l'action d'un courant discontinu et alternatif, propre à irriter le système nerveux. Ces vues ingénieuses sont appuyées de quelques exemples d'affections tétaniques qu'éprouvent certaines grenouilles.

77. Mémoire sur les points fixes du thermomètre; par M. Parrot. In-4° de 69 pages et 2 pl. Pétersbourg, 1828; imprim. de l'acad. des sciences.

L'auteur a fait sur ce sujet 108 expériences, dont nous ne pouvons donner que le résumé suivant. Le zéro du thermomètre Réaumur, déterminé au moyen de la glace de la Néva, est d'un dixième de degré plus bas que lorsqu'on emploie de la

glace d'eau distillée. Quant au point de l'ébullition de l'eau, M. Parrot a observé que la température de la vapeur, dans des vases presque clos, est variable avec la grandeur de l'ouverture destinée à la sortie de la vapeur; que cette température varie encore avec les hauteurs auxquelles les boules des thermomètres se trouvent au dessus de la surface de l'eau bouillante; que la chaleur de la vapeur est toujours moindre que celle de l'eau bouillante qui la fournit, et que cette différence va jusqu'à 0,6 degré Réaumur au moins; que la chaleur de l'eau bouillante et de la vapeur qui s'en échappe n'est pas toujours la même sous la même pression atmosphérique, quoique l'eau paraisse être dans une ébullition complète. Il existe pour chaque pression barométrique un maximum de chaleur qu'on n'atteint pas lorsqu'on emploie trop peu de chaleur, mais qu'on ne dépasse point lorsqu'on en emploie plus qu'il ne faut. Ce point se trouve à 17 lignes en-dessous de la surface de l'eau en ébullition, et à une profondeur plus grande, au moins jusqu'à 54 lignes.

M. Parrot pense qu'on doit employer deux espèces de thermomètres; l'une, où la tige est exposée à la même température extrême que le réservoir, et l'autre, où cette tige se trouve toujours à la température ordinaire de l'atmosphère. La première espèce doit servir pour toutes les opérations dans l'air et dans des gaz où le thermomètre entier se trouve plongé; la seconde, pour toutes les observations sur des liquides dans lesquels on ne peut plonger le thermomètre qu'à de petites profondeurs.

78. Nouveau Télescope a réflexion; par lord Oxmantown.
(*Edinb. Journ. of scienc.*, juillet 1828, p. 25.)

L'auteur, pour éviter, ou au moins pour atténuer entièrement l'aberration de sphéricité des réflecteurs télescopiques, a imaginé de construire un miroir métallique de six pouces d'ouverture et d'une distance focale de deux pieds, en le formant d'un miroir circulaire et d'un anneau concentrique, travaillés l'un et l'autre sur des sphères de dimensions déterminées par le calcul. On peut circonscrire ce système par un second anneau, ou par un nombre quelconque d'anneaux, de manière à composer un système réflecteur unique, dans lequel l'aberration de sphéricité serait d'autant plus diminuée, qu'on multiplierait davantage le nombre des anneaux sur une étendue donnée.

Chaque pièce de cet appareil réflecteur doit pouvoir s'ajuster séparément, et par des mouvemens très-lents, afin de pouvoir faire coïncider tous leurs foyers en un seul.

L'auteur décrit, dans un autre article (*Ibid.*; octobre 1830, page 213), un mécanisme propre à polir plusieurs miroirs télescopiques à-la-fois.

79. Mémoire sur les Variations de l'Acide carbonique atmosphérique; par M. Théodore de Saussure. (*Mémoires de la Société d'hist. natur. de Genève*, Tom. IV.)

L'auteur a déjà publié dans la *Biblioth. univ. de Genève*, 1816, un mémoire sur les variations de l'acide carbonique dans l'atmosphère; il donne ici de nouveaux et nombreux résultats, obtenus par un procédé nouveau. Voici les divers procédés que l'on a suivis pour déterminer cette quantité d'acide carbonique atmosphérique : I. Fourcroy, M. de Humboldt et Gilbert lavaient l'air avec des lessives alcalines, dans des tubes eudiométriques, et jugeaient de la quantité d'acide carbonique contenu, par la diminution du volume gazeux; c'est ainsi qu'ils ont trouvé un ou deux centièmes d'acide carbonique dans l'air atmosphérique. II. M. Dalton, par l'emploi de l'eau de chaux, n'a trouvé que 6,8 d'acide carbonique dans 10,000 volumes d'air. III. M. Thénard, ayant renouvelé jusqu'à trente fois l'air d'un ballon, qu'il agitait avec une certaine quantité d'eau de baryte, a trouvé 3,91 d'acide carbonique dans 10,000 volumes d'air. IV. Dans son premier travail, M. de Saussure a aussi employé l'eau de baryte, mais renfermée dans un flacon à large ouverture et placé dans le ballon où il séjournait deux mois; il a aussi remplacé l'eau de baryte par une solution aqueuse de sous-acétate de plomb, ou même avec de l'eau de chaux. V. Plus tard, il a modifié le précédent appareil, en renfermant l'air dans une grande jarre, dont le col était fermé par un bouchon de verre, que traversait une tige métallique, laquelle soutenait le flacon d'eau de baryte dans la jarre renversée; le col de la jarre plongeait dans le mercure, et c'est en cet état qu'on agitait l'appareil. VI. Le dernier procédé que l'auteur préfère à tous les autres, et dont il s'est servi pour faire ses observations durant les trois dernières années, consiste à verser immédiatement de l'eau de baryte dans un grand ballon pourvu d'un ori-

lot étroit qui se ferme exactement. Ce vase contient de 35 à 45 litres. Le carbonate de baryte qui s'y produit est enlevé par deux opérations. Dans la première, on évacue en même temps que l'eau de baryte, le précipité qu'elle tient en suspension, et on le sépare par le repos, la décantation et plusieurs lavages, pour le dissoudre dans l'acide muriatique. Dans la seconde opération on enlève avec cet acide le carbonate adhérent au ballon; on précipite, par du sulfate de soude, les deux dissolutions réunies : le sulfate de baryte qui en résulte donne, par le calcul, le poids de l'acide carbonique.

L'auteur ne donne, dans son mémoire, que trois années d'observations, 1827, 1828 et 1829, faites à Chambeisy, à trois quarts de lieue de Genève, station élevée de 16 mètres au-dessus du lac, dont elle se trouve éloignée de 250 mètres. La moyenne entre 104 observations faites de jour et de nuit, dans toutes les saisons, à 4 pieds au-dessus du sol, est de 4,15 d'acide carbonique pour 10,000 volumes d'air. Le *maximum* d'acide carbonique a été de 5,74, et le *minimum* de 3,15.

Quant aux variations de cet acide carbonique atmosphérique, en rase campagne, elles sont dues à deux causes principales, 1° aux changemens qu'éprouve le sol, soit par son humectation, qui soustrait ce gaz, soit par la sécheresse, qui le développe; 2° aux influences opposées de la nuit et du jour, ou de l'obscurité qui augmente, et de la lumière qui diminue la proportion de cet acide.

D'après les observations faites au pied et au sommet du mont Salève et sur d'autres montagnes voisines, les couches atmosphériques supérieures contiennent plus d'acide carbonique que les inférieures. La variation de ce gaz, par l'effet opposé du jour et de la nuit, n'est que peu ou point sensible dans les couches supérieures; elles paraissent participer plus fortement à la variation moins brusque qui s'opère par l'humectation générale du sol dans les couches inférieures.

La variation relative au jour et à la nuit est peu prononcée dans les rues de Genève; mais elle est considérable sur le lac adjacent, qui n'offre aucun obstacle à la circulation latérale de l'air de la campagne.

Un vent violent augmente ordinairement pendant le jour l'acide carbonique dans les couches atmosphériques inférieures,

et il y détruit, en tout ou en partie, l'augmentation que ce gaz éprouve, dans un temps calme, par l'influence de la nuit.

80. Sur un Hygromètre portatif; par A. Hayer. (*Americ. journ. of sciences*, janv. 1830, p. 351.)

L'hygromètre de M. Daniell ne laisse presque aucune chance d'amélioration, et s'il était moins fragile, on ne pourrait peut-être en désirer d'autre. Comme c'est dans les pays de montagnes que les résultats d'expériences sur la vapeur aqueuse sont le plus importantes, un appareil très-portatif peut être très-utile. M. Hayer s'est proposé d'en construire un qui remplisse ces conditions : il a substitué au tube cylindrique de l'hygromètre de Dalton, un tube mince en cuivre dont le diamètre est moitié plus grand que celui du cylindre ou de la boule sphérique du thermomètre; sa longueur est de 1 ½ pouce; il est fermé à une extrémité, et porte à l'autre une vis fermant hermétiquement. A cette extrémité du tube est placé un fond de platine, et un demi pouce de longueur de l'autre extrémité est couvert d'une toile de coton fine. L'échelle du thermomètre commence à-peu-près à 1 pouce de sa boule. A cette extrémité sont attachés un écrou et un disque de caoutchouc, au travers desquels passe le tube du thermomètre; quand il ne sert pas, le tube est fermé avec un bouchon.

Dans les expériences, on se sert du thermomètre pour déterminer la température de l'atmosphère en écartant avec soin les sources d'erreur qui rendent cette opération délicate. Pour déterminer le point de la condensation de la vapeur, on verse de l'alcool dans le tube, on vise alors l'écrou, et ayant placé l'instrument dans une position inclinée, on humecte, avec de l'éther, la toile qui recouvre la partie inférieure du tube : en quelques momens la plaque de platine est recouverte de givre; on agite l'instrument pour distribuer également la température; la partie d'eau déposée disparaît, et la température est indiquée par le thermomètre.

Cet instrument est particulièrement utile pour faire des corrections dans les expériences barométriques, le thermomètre détaché servant à déterminer la température de l'air et la tension de la vapeur atmosphérique; ce résultat expérimental est substitué à celui que l'on déduit du calcul par la formule de Laplace.

La facilité avec laquelle cet hygromètre peut être transporté, le rend d'un usage extrêmement commode.

81. Tremblement de terre éprouvé le 26 novembre 1829, à Odessa. Extrait d'une lettre adressée à l'acad. des sc. de Pétersbourg, par M. Hauy. (*Mém. de l'Acad. des sciences de Pétersbourg*, 6e série, Tome I, page 4 du *Bulletin*.)

Le 26 novembre au matin, nous avons ressenti un tremblement de terre assez fort.... A 3 heures 58 minutes j'ai été réveillé par de légères vibrations, qui m'ont paru devoir être à fort peu près le commencement du tremblement. Elles ont été en croissant pendant à peu près deux tiers de minute; alors nous avons éprouvé une secousse assez forte, qui s'est prolongée pendant quelques secondes. L'amplitude des vibrations a diminué, pour augmenter de nouveau pendant le cours d'une minute environ, après laquelle on a ressenti une seconde secousse très-forte et bien plus prolongée que la première; un nouveau décroissement, suivi d'un accroissement, s'est encore manifesté, mais n'a duré que 12 à 15 secondes; alors la troisième a eu lieu; elle était moins forte que la première, et n'a duré que quelques instans : enfin, un nouvel intervalle, pendant lequel il y a eu diminution et augmentation dans le mouvement oscillatoire, a succédé : sa durée a été à-peu-près d'un quart de minute; après quoi une quatrième et dernière commotion, qui m'a paru égale en intensité à la troisième, et qui n'a duré que 3 ou 4 secondes, s'est fait sentir, et a été suivie, à son tour, d'un tremblement décroissant qui a duré une minute et demie environ. Tout est rentré dans le calme à 4 heures 2 min. 2 séc.; pendant les 4 minutes qu'a duré le tremblement, il s'est fait sentir sans la moindre interruption.

Une cloison de bois, qui se trouve dans ma chambre à coucher, m'a fourni, par un craquement continuel, une suite de pulsations très-distinctes, au moyen desquelles j'ai compté 152 oscillations dans le cours de 30 secondes. J'ai plusieurs fois observé le baromètre pendant la durée du phénomène, et il m'a été impossible d'y découvrir la plus petite trace d'oscillation..... J'ai voulu observer la boussole; mais devant compter le temps, compter les oscillations, noter, et aller d'un moment à l'autre voir le baromètre, je me suis trouvé en retard, et il m'a été

impossible de rien obtenir des oscillations de l'aiguille magnétique.

Pendant une bonne partie de la nuit, le temps était très calme, couvert, et la température à zéro. L'un de mes amis, M. Henneau, docteur en médecine, qui est sorti dans sa cour vers le commencement du phénomène, m'a dit avoir vu du côté de l'ouest, une clarté très distincte et assez forte, analogue à la lumière boréale, voilée cependant par les nuages qui couvraient l'atmosphère; le maximum visible d'intensité de cette lueur était à l'horizon : 5 ou 6 minutes après la fin du tremblement, elle a disparu presque subitement.

Une observation fort intéressante, que le hasard a fournie, m'a été communiquée par un ingénieur de ma connaissance, M. Chatillon, qui a mis un soin scrupuleux à en déterminer tous les élémens. Une caraffe à moitié pleine d'eau était restée sur une table dans sa chambre à coucher : un abaissement de température ayant eu lieu pendant la nuit, une partie de la vapeur d'eau s'est précipitée sur le verre, en produisant cette teinte blanchâtre qu'on remarque souvent, fort analogue à celle d'un verre dépoli. Il est résulté de là que, pendant le tremblement de terre, l'eau ayant oscillé dans la caraffe, toute la partie de la surface qu'elle a touchée, a repris la transparence habituelle de sorte que le repos ayant succédé, on a pu observer avec la plus grande exactitude, les deux positions extrêmes où la surface de l'eau est parvenue pendant son mouvement oscillatoire. Voici les résultats que M. Chatillon m'a donnés.

Au moyen d'une règle et d'un niveau à bulle d'air, les deux points culminans où l'eau est parvenue de part et d'autre ont été marqués avec soin sur la suface du verre; à l'aide d'un fil à plomb et d'un alignement vertical, ces deux points ont été projetés et marqués sur la table. On a fait de même pour les deux points où les plans extrêmes des oscillations se sont coupés, sur la surface du verre. Cela a donné deux nouvelles projections; enfin, le cercle du fond de la caraffe a été tracé. Voici maintenant les relations de positions que possédaient tous ces points entre eux.

La ligne passant par la projection des points culminans s'est trouvée perpendiculaire à la projection de celle qui était donnée par l'intersection des deux plans limites des oscillations. Le

point d'intersection de ces deux lignes s'est trouvé sur le centre de la projection du fond de la caraffe : la projection de la droite passant par les points culminans faisait un angle de 12° à l'est avec le méridien magnétique. Il faut encore remarquer que la ligne d'intersection des deux plans limites des oscillations coïncidait parfaitement avec le plan de l'eau en repos; ainsi, l'axe de rotation autour duquel la surface de l'eau oscillait, n'a pas changé de position.

Il résulte de là que les vibrations ou la résultante des forces qui les ont produites, ont été dirigées constamment dans le même sens et qu'elles étaient parallèles à un plan vertical dont l'azimuth à l'est est de 2° (j'ai pris avant-hier la déclinaison magnétique; je l'ai trouvée de 10° 5′ ouest.)

Une chose assez singulière, c'est que la hauteur à laquelle l'eau s'est élevée de part et d'autre n'est pas la même. Le diamètre de la caraffe à la ligne d'eau de repos, était de 97 millimètres; vers le nord, le point culminant était à 8,25 millimètres de la surface de l'eau, tandis que du côté opposé, l'eau ne s'est élevée au-dessus de son niveau primitif que de 7 millimètres.

(Vient ensuite le relevé des observations météorologiques faites depuis le 19 novembre jusqu'au 2 décembre.)

Odessa, ce 22 novembre 1829.

82. Sur la formation de la glace au fond de l'eau. Lettre du Colonel Raucourt de Charleville à M. Navier. Lue à l'Académie roy. des sciences le 15 fév. 1830.

La note que vous avez lue à la dernière séance de l'Académie des sciences sur la formation de la glace au fond de l'eau, ayant appelé l'attention sur ce sujet, peut-être trouverez-vous les faits suivans, résultats des observations que j'ai faites à St.-Pétersbourg sur la Néva, assez intéressans pour faire suite à votre première communication.

Sans autre but que de bien connaître la masse d'eau du fleuve dont je voulais mesurer les vitesses et les pressions à toutes les profondeurs, j'avais composé un appareil que j'ai nommé hydrobaroskape. Il contient un thermomètre et jouit de la propriété de rapporter la température de la tranche d'eau dans laquelle on le plonge, même à 60 pieds de profondeur. Le 13 mars 1825, je

me transportai sur la Néva; sa largeur était d'environ mille pieds, sa plus grande profondeur de 63 pieds; ayant fait percer plusieurs trous sur la glace en se rapprochant de l'une des plages, voici le résumé de plusieurs observations: la température moyenne de l'air était depuis quelques temps à quatre degrés au-dessus de zéro. A la 1re station à quatre cents pieds du bord, le fleuve ayant 63 pieds de profondeur et le courant de l'eau près du fond environ 20 pouces par seconde, la température de l'eau à la surface fut trouvée à zéro, mais au fond elle était de moins de deux degrés; après avoir répété plusieurs fois la même observation, nous fûmes obligés d'en croire nos yeux.

Ayant attaché un filet et une sonde à l'hydrobaroskape avec le boulet qui en déterminait l'immersion, on s'assura que le fond était du gros gravier d'un centimètre de grosseur moyenne sans apercevoir aucun glaçon.

A la 2e station la surface de la glace était augmentée d'épaisseur, si bien que de deux pieds qu'elle avait au milieu du fleuve elle finit par en avoir plus de cinq et qu'il fut impossible de la percer à trente pieds du bord, la constance des ouvriers se rebuta après avoir fait une excavation de sept pieds sans trouver l'eau.

La profondeur du fleuve était de 41 pieds, sa vîtesse près du fond de quelques pouces, la température à la surface toujours à zero, celle du fond fut trouvée d'un degré au-dessus de zéro; et des glaçons de quelques pouces d'épaisseur, détachés du sol et imprégnés de sable, furent rapportés par le filet.

A la 3e station, à 70 pieds de la plage, la profondeur de l'eau était de 26 pieds et la vîtesse du fond absolument nulle. Après la chute de l'appareil on vit s'élever des glaçons du fond, encore imprégnés d'une terre glaise grisâtre; leur base était formée d'une glace assez compacte; leur épaisseur, qui était de 6 à 8 pouces, se trouvait composée de cristaux de plus en plus divisés; ce qui la rendait terne, légère et friable.

La température de la surface était encore à zéro, et la température du fond était seulement d'un quart de degré au-dessous de zéro.

A la 4e station, étant parvenu à percer un trou plus près du bord, la Néva y était absolument stagnante, et toute la masse d'eau était remplie de cristaux de glace détachés entr'eux, ainsi

qu'on le remarque pour les sels au milieu de leurs eaux de cristallisation.

Présumant que cet abaissement de température du fond était particulier aux eaux courantes, je fis des observations sur un lac situé à quelques verstes de St.-Pétersbourg. Sa surface en coulant avec la glace était aussi à zéro degré, mais la température s'élevait de deux et trois degrés en approchant du fond.

Enfin, après m'être servi de plusieurs thermomètres pour constater cette singularité, que je ne pouvais d'abord expliquer, j'ai en quelque sorte acquis la preuve de fait de cet abaissement de température des eaux courantes en répétant la même expérience pendant l'hiver de 1826 à 1827, et comme la température moyenne de l'air était de six degrés, l'hydrothermomètre plongé à 63 pieds sous l'eau est descendu jusqu'à trois degrés au dessous de zéro.

Enfin le même instrument a successivement indiqué des températures plus rapprochées de zéro, à mesure que la saison est devenue moins rigoureuse : il a donné zéro à la surface et au fond de la Néva pendant le dégel, et indiqué des températures plus élevées à la surface de l'eau pendant le printemps.

J'ai fait part de ces observations à plusieurs membres de l'Académie des sciences de St.-Pétersbourg, qui m'avaient promis de les répéter.

Si l'on veut entreprendre l'explication de ces deux phénomènes, on peut trouver la cause de la formation de la glace au fond des rivières dans la diminution de vîtesse de l'eau.

La raison qui empêche toutes les eaux peu courantes de se prendre en masse est dans le manque d'air et dans les pressions des tranches supérieures, qui rendent difficile le nouvel arrangement des molécules de l'eau et son accroissement de volume.

Et dès que la température peut s'abaisser au-dessous de zéro, sans qu'il y ait congélation complète ou partielle dans les courans, il est tout simple que les molécules les plus froides deviennent les plus voisines du fond, par un mouvement intérieur et inverse de l'ébullition ; si l'on n'avait remarqué d'ailleurs que les molécules de l'eau qui passent à des températures au-dessous de zéro devenaient de plus en plus légères.

83. Note de M. Raucourt de Charleville, sur le même sujet.

MM. Arago et Thénard ayant demandé dans la dernière

séance de l'Académie, si les eaux de la Néva étaient douces ou salées dans le lieu où j'ai observé leur abaissement de température au-dessous de zéro, voici les renseignemens que je puis donner à cet égard.

L'hydrothermomètre me rapportait à chaque expérience des eaux du fond; elles étaient douces, pures et paraissaient tout-à-fait semblables aux eaux de la surface.

Je puis d'ailleurs fournir les moyens de reconnaître si ces eaux viennent du lac Ladoga ou du golfe de Finlande. Les eaux du lac servent à tous les besoins des habitans de Pétersbourg, dont le sentiment, d'accord avec les analyses qui en ont été faites, s'accorde pour nous autoriser à dire que les eaux de la Néva sont de l'eau douce.

Les eaux du golfe de Finlande sont très peu salées et l'on en boit encore à d'assez grandes distances de Pétersbourg. (1).

Le lieu de mes observations était le même que celui où j'ai mesuré les vîtesses du fleuve, à une lieue et demie dans l'intérieur des terres. La différence du niveau de la Néva, de là à son embouchure, était d'environ deux pieds.

La vîtesse de la Néva étant de 2 pieds par seconde et son cours environ de 16 lieues (63 verstes), le fluide fera une lieue en deux heures, et toute la Néva se renouvellera en 32 heures; ainsi, en supposant que les eaux du golfe pussent remonter dans le fleuve, 32 heures après une inondation, la Néva ne contiendra pas une goutte d'eau salée.

Les plus grandes élévations des eaux du golfe de Finlande sont de 16 pieds au-dessus de son niveau ordinaire. Le maximum de la rapidité de l'ascension peut être de deux pieds dans une heure, de trois pieds en deux heures, et il a fallu 9 heures à la dernière inondation pour s'élever de 16 pieds.

Dans l'hiver, la couche de glace qui couvre le golfe empêchant l'action du vent, les élévations de l'eau sont deux et trois fois moins hautes et moins rapides.

Or, la Néva roulant dans son lit, dont les bords sont escarpés, avec sa vîtesse d'une lieue en deux heures, sur 30 pieds de profondeur réduits au minimum, peut accumuler en trois heures, en supposant qu'elle soit arrêtée, le double de ses eaux, de son

(1) Le golfe de Finlande n'a point de marée sensible; les élévations d'eau marquées sont irrégulières et causées par les vents.

embouchure au lieu où l'on a observé; en conséquence elle pourrait s'élever de 10 pieds par heure, et quelles que soient les diminutions que nous fassions dans ce calcul approximatif, pour tenir compte de la perte des vîtesses à mesure que l'eau s'élève, ainsi que de l'inclinaison des berges, il est bien évident que l'élévation de la Néva ne sera pas moindre de deux pieds par heure, qu'ainsi les eaux du golfe de Finlande ne pourront jamais remonter jusqu'au lieu de son cours où nous avons observé l'abaissement de température déjà signalé, et dont l'anomalie doit être recherchée autre part que dans la supposition de la présence d'une eau salée.

Nous avons vu que 32 heures après une inondation de 16 pieds, la Néva serait encore de l'eau douce, et les journaux de l'élévation des eaux du golfe, que j'ai sous les yeux, pendant le mois de mes observations, n'en porte pas le maximum à plus d'un pied, variation dont l'effet n'aura même pas été sensible sur les eaux de l'embouchure des bras du fleuve, ce qui ne peut laisser aucun doute sur la douceur de l'eau dont l'abaissement de température nous a frappé.

84. Essai de Météorologie, Géologie, etc., sur la contrée méridionale du Mahratte; par Al. Christie. (*Édinb. philosoph. journ.*, janvier 1829.)

On observe les climats les plus différens dans ce pays; la partie Ouest peut être regardée comme la plus humide de la péninsule de l'Inde, et la partie Est comme la plus sèche. Dans cette dernière, la quantité de pluie pendant l'année est de 20 à 26 pouces, et dans la partie ouest cette quantité d'eau tombe souvent dans un mois.

En août 1824, il tomba beaucoup de pluie à Darwar, tandis que dans le même temps il n'en tombait pas une goutte à 15 milles à l'est; et les sources furent à-peu-près desséchées. En 1827, il plut à-peu-près continuellement pendant trois semaines, en juillet et août, à Darwar, et pendant le même temps il ne tomba pas une goutte d'eau dans la partie Est du pays.

Darwar, placé sur le bord Est de la partie montagneuse, jouit d'un climat agréable. La chaleur n'est pénible qu'en mars, avril et une partie de mai, et même il y règne l'après-midi une brise d'ouest fraîche qui dure toute la nuit. Comme dans d'autres parties de l'Inde, le vent souffle pendant six mois du

sud-ouest du milieu d'avril au milieu d'octobre, et du nord-ouest le reste du temps; mais durant les mois chauds un vent frais d'ouest souffle toujours les nuits, et pendant plusieurs semaines aux deux équinoxes le vent est variable.

Le tonnerre tombe à Darwar en avril et mai; le temps reste alors couvert, et la pluie des moussons commence en juin ou au commencement de juillet. Une chose remarquable, c'est que les premiers orages ne viennent pas de l'ouest, mais sont accompagnés des phénomènes suivans. Pendant le jour, le vent souffle constamment du sud-ouest, entre 3 et 5 heures après-midi; des nuages noirs s'accumulent à l'est jusqu'à ce que toute cette partie du ciel soit couverte d'une masse noire et dense, traversée quelquefois par des éclairs accompagnés de coups de tonnerre, qui s'approchent lentement contre le vent d'est; quand l'orage en est très-près, le vent change subitement, souffle avec force de l'est, et détermine une pluie abondante accompagnée quelquefois d'une forte grêle; le vent change fréquemment, soufflant de tous les points du compas jusqu'à ce qu'à la fin il se fixe à l'ouest, et alors la tempête cesse. Ces circonstances se répètent durant plusieurs jours, après quoi le vent continue de souffler de l'ouest pendant 5 à 6 mois. A l'équinoxe d'automne on observe quelquefois aussi des orages, mais qui ne sont pas aussi réguliers ni si violens.

Quoiqu'il y ait beaucoup de jours pluvieux à Darwar, ils ressemblent rarement aux déluges de pluie qui tombent fréquemment sur les côtes.

Un fait curieux, c'est que tandis que le vent frais souffle pendant les nuits des mois chauds, dans la partie méridionale du Mahratte, il y a souvent un calme parfait sur la côte ouest. L'auteur explique ce fait par le refroidissement que procure à l'air l'humidité de la partie ouest couverte de bois.

On observa le thermomètre à 10 heures du matin et du soir comme représentant la moyenne. Pour s'assurer si on était dans l'erreur à cet égard, M. Christie fit des observations chaque deux heures, en février et mars 1827, et trouva que la moyenne de toutes les observations ne s'éloignait que de $\frac{3}{100}$ de degré des observations de 10 heures du matin et du soir.

Voici le résumé des observations pour Darwar, à 16° 28′ latitude nord, 75° 11′ longitude est, et à 2400 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Moyenne de la température de l'air. 75° 21'.
des sources. 75° 63'.
Quantité de pluie tombée. 26, 16 po.

85. NEUE UND AUSFÜHRLICHE VOLKS-NATURLEHRE. — Physique nouvelle et complète, à l'usage des gens du monde, et conforme à l'état actuel de la science; par J.-H.-M. POPPE. In-8° de XIV et 703 pages, et 12 pl. Tubingue, 1825; Osiander.

Quoique l'ouvrage de M. Poppe s'adresse au peuple, il n'en est pas moins scientifique pour cela. Toutes les lois de la nature sont présentées avec la plus grande simplicité et éclairées, à chaque page, par des phénomènes connus, qui en rendent la vérité plus frappante. Après avoir consacré quelques pages aux généralités, l'auteur s'occupe successivement des propriétés générales des corps, du mouvement, de la pesanteur, des leviers, des sons, de l'équilibre et du mouvement des liquides, de l'air atmosphérique, du calorique, de la lumière, de l'électricité, du galvanisme, du magnétisme, et des combinaisons chimiques. La météorologie a été exclue. Sans s'écarter le moins du monde de son sujet, M. Poppe est parvenu à rendre la lecture de son livre aussi instructive qu'attrayante, et nous croyons que sa physique convient parfaitement aux jeunes gens des colléges et aux autres personnes du monde, qui, par leur position ou leurs goûts, veulent être initiés dans les phénomènes de la nature.

CHIMIE.

86. MÉMOIRE SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES DE LA PRÉCIPITATION DES SELS DE FER PAR LES CARBONATES NEUTRES; par M. SOUBEIRAN. (*Annal. de Chim. et de Physiq.*; Tom. XLIV, pag. 325).

Une solution de protoxide de fer, dans laquelle on verse un carbonate alcalin, donne un précipité blanc, qui passe au verd, puis au brun-rouge. Dans cet état, on l'a pris pour du peroxide de fer. Mais l'auteur a reconnu qu'il contient toujours de l'acide carbonique, même après trois mois d'exposition à l'air dans un lieu humide. Il ne contient pas de protoxide de fer;

analysé par l'acide muriatique, il a donné pour sa composition : peroxide de fer 71,4, eau 20, acide carbonique 8,3 ; total 99,7. M. Soubeiran considère ce précipité brun comme de l'hydrate de fer, mélangé avec un carbonate de peroxide de fer dans lequel l'oxigène de la base est à l'oxigène de l'acide comme 0,6 est à 1, ou théoriquement comme 0,75 est à 1.

Quand on verse peu à peu une dissolution de carbonate alcalin dans une dissolution de sulfate rouge de fer, on obtient un précipité qui, séparé par des lavages à l'alcool, s'est trouvé formé de potasse 113, acide sulfurique 97+283, oxide de fer 267, eau 24 ; total 990. Ce qui peut être représenté par 1 at. de potasse uni à 1 at. d'acide et 1 $\frac{1}{3}$ at. d'oxide de fer uni à 3 at. d'acide. L'auteur entre à ce sujet dans de nouvelles recherches que nous ne pouvons détailler ici. Les conséquences qu'il tire sont : 1° que les sels de fer peroxidé donnent, en décomposant les carbonates neutres, un carbonate de peroxide également neutre; que ce carbonate est bientôt détruit, pour donner naissance à un sel double formé de sulfate neutre alcalin et de sulfate basique de fer ; que ce sel se décompose facilement en un sulfate de fer inconnu jusqu'à ce jour, et qui contient trois fois autant de base que le sel neutre ; qu'un alcali faible en excès précipite un autre composé basique dont les chimistes n'avaient pas encore signalé l'existance, et qni est un véritable sel double, composé de sulfate triferrique et d'hydrate d'oxide de fer. 2° que le safran de mars apéritif est de l'hydrate de peroxide de fer à 3 atômes d'eau, mélangé à des quantités variables et accidentelles de carbonate sesquibasique de fer, et quelquefois de carbonate neutre d'oxidule.

87. Examen chimique d'une substance cristalline produite dans une fonderie de zinc, a Filisur (canton des Grisons) ; anciens verres colorés par l'oxide de cuivre ; par M. Vernon. (*Philos. Magaz.*, juin 1830, page 401.)

La substance dont parle l'auteur coule des creusets dans lesquels on fond le zinc. Elle est parfaitement cristallisée en prismes hexagonaux, terminés par des pyramides à six faces ; ces cristaux, que l'on croirait produits par la nature même, sont transparens, d'une couleur d'ambre, et presqu'aussi durs que l'acier. Ils sont formés d'oxide de zinc souillé par une très-petite quantité de soufre. Leur densité est de 6,0, à-peu-près

comme l'oxide rouge de zinc de New-Jersey, dont la densité est 6,2.
L'auteur a obtenu un verre coloré en bleu en le fondant avec du cuivre et une forte proportion de carbonate de soude. Il pense que les Égyptiens employaient le même procédé pour fabriquer les verres qu'ils nous ont laissés.

88. MANIÈRE DE SÉPARER LA STRONTIANE OU LA BARYTE DE LA CHAUX; par M. J. ANDREWS. (*Ibid.*, page 404.)

Stromeyer, dans l'analyse de l'arragonite, a séparé la strontiane de la chaux, en partant de cette propriété, que le nitrate de chaux, et non celui de strontiane, est soluble dans l'alcool pur. L'auteur a cru perfectionner ce procédé de la manière suivante : On dissout des carbonates de chaux et de baryte ou de strontiane, dans l'acide nitrique, pour évaporer ensuite à siccité, et décomposer les nitrates par la chaleur. Dans le cas de la baryte, on verse, sur le résidu, de l'eau parfaitement pure; et, dans le cas de la strontiane, on y verse une dissolution saturée de sulfate de strontiane à froid. Dans ces deux cas, on porte la liqueur à l'ébullition durant quelques minutes, dans un vase couvert. On jette le tout sur un filtre également couvert; et, dans la liqueur ainsi clarifiée, on verse de l'acide sulfurique ou un sulfate, qui précipite la baryte et la strontiane.

89. EXTRAIT D'UN MÉMOIRE SUR LA COMBINAISON DU GAZ AMMONIAC AVEC LES CHLORURES MÉTALLIQUES; par M. PERSON. (*Annales de Chimie et de Physique*, Tome XLIV, p. 315).

On savait que quelques chlorures étaient susceptibles de s'unir au gaz ammoniac sec, que les produits de cette union jouissaient de propriétés remarquables, et telles, que lorsque M. Davy publia ses expériences, on fut surpris de voir que deux corps très-volatils, le perchlorure de phosphore et le gaz ammoniac, pouvaient, en s'unissant, produire un composé se rapprochant plus ou moins des terres réfractaires. M. Grouvel reconnut bientôt après, que les combinaisons qui pouvaient être ainsi produites étaient au nombre de trois. Enfin, M. Faraday, en combinant le chlorure d'argent avec le gaz ammoniacal, parvint à le liquéfier. M. Person s'est livré, à son tour, à de nouvelles recherches, pour s'assurer si les nouvelles combinaisons précitées étaient constantes et soumises à une loi. C'est ainsi qu'il ne tarda pas à se convaincre qu'un grand nombre de chlorures étaient susceptibles de cette union, et que c'était, en

général; ceux dont les radicaux formaient des acides avec l'oxigène. Le chlorure de soufre fait exception; il ne s'unit point au gaz ammoniac, qui est subitement décomposé, et l'azote mis à nu. Les chlorures qui ne s'unissent point avec ce gaz alcalin sont ceux de la seconde section et quelques autres, tels que le protochlorure de fer, de manganèse, de cadmium et de cuivre. Quant au chlorure de calcium, il ne contracte cette union que lorsqu'il n'est pas récemment fondu, ou bien lorsqu'il est imprégné de perchlorure de fer.

La réaction du gaz ammoniac sur les chlorures, avec lesquels il s'unit, a lieu à la température ordinaire ou à l'aide d'une légère chaleur. Ceux qui se combinent à la température ordinaire sont les chlorures de chrôme, de titane, d'étain, d'antimoine, de silicium, d'aluminium, de zirconium, d'arsenic, de nickel, les deux de phosphore et le perchlorure de fer. Le rang ci-dessus observé est à-peu-près celui du degré de leur tendance à cette union. Le perchlorure de chrôme est le seul, comme l'a reconnu M. Dumas, qui dégage de la lumière. On doit n'opérer les combinaisons que sur de petits volumes; car le vase se briserait infailliblement à cause de la vive contraction qui a lieu. Voici la manière d'opérer: on prend une ampoule; on la pèse d'abord vide, et ensuite pleine de chlorure, pour avoir le poids net de celui-ci; on fait passer ce chlorure sous une éprouvette très sèche et remplie de mercure. D'autre part, on remplit de gaz ammoniac sec un flacon d'une capacité déterminée, et on en fait passer sous l'éprouvette, peu-à-peu, jusqu'à ce que l'absorption soit à peine sensible. On prend alors un panier circulaire en fil de fer, qu'on remplit de charbons ardens, et on chauffe ainsi légèrement l'éprouvette. Cette opération a pour but de volatiliser des quantités plus ou moins grandes de chlorures, qui, entourés d'une croûte épaisse de la matière produite, ont échappé à l'action du gaz ammoniac; on continue de chauffer jusqu'à ce que l'absorption ait cessé. Le lendemain on mesure le gaz qui reste dans le flacon, et l'on détermine, par ce moyen, le volume de celui qui a été absorbé. Voici quelques-unes de ces combinaisons:

Chlorure de silicium. Le produit est une substance blanche, qui résiste à l'action du calorique. Elle se compose de:

Chlorure de silicium......	1 atôme, ou	535, 02.
Gaz ammoniac...........	6..........	321, 75.

Protochlorure d'arsenic. Il absorbe la moitié moins de gaz ammoniac que le protochlorure de phosphore, qui a cependant la même composition.

Chlorure d'arsenic....... 1 atôme, ou 1134, 34.
Gaz ammoniac.......... 4.......... 214, 50.

Protochlorure de phosphore. Il est composé de :

Proto-chlorure de phosphore. 1 atôme, ou 66, 724.
Gaz ammoniac.............8....... 33, 276.

Chlorure d'antimoine.

Chlorure d'antimoine...... 1 atôme, ou 73, 94.
Gaz ammoniac...........14......... 26, 06.

90. Extrait d'un mémoire sur le radical métallique de la magnésie; par M. Bussy.

Lorsqu'en 1828 M. Wöhler publia son procédé pour retirer le métal de l'alumine par la décomposition du chlorure d'aluminium par le potassium, M. Bussy crut, par analogie, qu'on pourrait aussi séparer le *glucinium* du chlorure de glucine; les résultats confirmèrent cette opinion. Depuis cette époque il est parvenu à isoler le magnésium du chlorure de magnésie. C'est cette opération qui fait le sujet du mémoire qu'il a adressé à l'Académie royale des sciences, dans sa séance du 25 janvier 1830, et que nous allons analyser.

Préparation du chlorure de magnésium. — Bien que la magnésie chauffée au rouge puisse être décomposée par le chlore, on obtient difficilement ainsi le chlorure de magnésium. On se le procure aisément en mélangeant préalablement la magnésie avec du charbon très-divisé. L'auteur propose de prendre parties égales d'amidon et de magnésie calcinée; après les avoir bien mélangées à l'aide d'une petite quantité d'eau, il divise la masse en petites parties que l'on calcine fortement dans un creuset à l'abri du contact de l'air. Il place ensuite ce mélange dans un tube de porcelaine, dans lequel il fait passer un courant de chlore et dont il élève la température au rouge. Au bout de quelque temps le chlorure de magnésium, qui est fixe et fusible, coule le long du tube de porcelaine et se solidifie à l'extrémité. Il présente alors une masse blanche, cristalline, offrant dans sa cassure de grandes lames brillantes, légèrement flexibles, ayant l'aspect de blanc de baleine. Il est très-soluble dans l'eau, d'une saveur piquante et amère, et attire fortement l'humidité de l'air.

Il est bon de faire observer que M. Oersted et plusieurs autres chimistes ont déjà appliqué ce procédé à la préparation de diverses autres chlorures.

Préparation du magnésium. — M. Bussy, pour obtenir ce métal, prend un tube de verre, d'un centimètre environ de diamètre intérieur, un peu fort; ce tube, long de 40 à 50 centimètres, est recourbé et cornu à l'une de ses extrémités. Après y avoir introduit 5 ou 6 fragmens de potassium de la grosseur d'un pois, dans la partie courbe et dans la partie droite, il y introduit des fragmens de chlorure de magnésium, en interposant entre eux quelques petits morceaux de porcelaine, afin d'éviter que par la fusion le chlorure ne se réunisse en une seule masse. Cette portion de tube est ensuite chauffée, et lorsqu'elle est presque au rouge obscur, on y fait passer le potassium en vapeur, en chauffant la branche courbe du tube qui le renferme. Il se produit alors une incandescence très-vive qui se propage successivement dans tout le tube. Quand le tube est refroidi, la masse intérieure présente des globules blancs métalliques disséminés dans le chlorure non décomposé. Si l'on traite alors cette masse par l'eau, il se produit un dégagement d'hydrogène dû à un peu de potassium; il se forme en même temps des flocons blancs de magnésie, dus à la décomposition d'une portion de chlorure de magnésium par la potasse formée, et il se précipite au fond du vase des globules brillans ayant l'éclat et la blancheur de l'argent. On les sépare en décantant le liquide et lavant à plusieurs reprises.

Propriétés du magnésium. — Ce métal est blanc d'argent, très-brillant, très-malléable, s'aplatissant en paillettes sous le marteau, fusible à une température qui n'est pas très-élevée, inaltérable à l'air sec, perdant son éclat métallique à l'air humide, et se recouvrant d'une couche blanche d'oxide; toutefois cet effet est très-limité et se borne à la surface du métal. Lorsqu'on chauffe à l'air de très-petits fragmens de magnésium, ils brûlent en scintillant comme le fer dans l'oxigène; les morceaux plus volumineux se convertissent lentement et difficilement en magnésie pure. L'eau pure, privée d'air, n'a pas d'action sur le magnésium; portée à l'ébullition, elle en dégage quelques bulles d'hydrogène. Certaines substances salines favorisent la décomposition de l'eau par le magnésium. Les acides étendus d'eau attaquent ce métal avec dégagement d'hydrogène. Le magné-

sium ne s'amalgame directement avec le mercure qu'à l'aide de la chaleur; il suffit d'une fort petite quantité de magnésium pour faire perdre au mercure sa fluidité. Cet amalgame, agité dans des vases de verre, les recouvre d'un induit métallique semblable à l'amalgame de bismuth.

91. Action de l'acide hydro-cyanique sur le protochlorure de mercure; par M. Regimbeau. (*Journal de Pharmacie;* octobre 1829, p. 525.)

Ayant observé qu'une préparation pharmaceutique dans laquelle il entrait des amandes amères et du protochlorure de mercure, prenait une couleur grise, tandis qu'avec des amandes douces elle était blanche, M. R. a été conduit à examiner l'action de l'acide hydrocyanique sur ce sel, et il a vu qu'ils se décomposaient réciproquement et qu'il se précipitait du mercure.

92. Ammoniure de cuivre, nouvelle matière détonnante; par M. Brianchon.

Du protoxide de cuivre, sec, fut mis dans un flacon rempli d'ammoniaque liquide très-forte. Ce flacon, bouché, étiqueté, demeura oublié pendant quelques années. L'ayant retrouvé dernièrement, je vis que l'ammoniaque avait dissous tout l'oxide. Pour donner suite à l'expérience, je versai la dissolution dans une capsule de verre, et je la laissai au contact de l'air. Au bout d'un certain temps, je ne trouvai plus dans la capsule qu'une matière sèche, cristalline, vert-sombre. Cette matière, essayée au marteau, ayant manifesté la propriété détonnante, je l'ai considérée comme un ammoniure de cuivre.

La détonnation de l'ammoniure de cuivre est moins forte et moins facile que celle du fulminate de mercure dont on fait usage pour les amorces à percussion. Aussi pensons-nous que l'ammoniure est peu propre à remplacer le fulminate dans les dites amorces. Toutefois, pour éclairer ce sujet, qui intéresse la pratique du tir des armes à feu, il faudrait une suite d'expériences comparatives.

Vincennes, le 26 octobre 1830. Brianchon.

93. De quelques phénomènes qui résultent de l'action du mercure sur différens métaux; par M. Daniell. (*Journ. of the roy. Institution*; oct. 1830, p. 1.)

Les expériences que l'auteur a faites sont au nombre de 18: 1° une tige d'un alliage d'étain et de plomb fut immergée en partie dans un bain de mercure, durant 6 semaines, et donna lieu à un amalgame qui vient cristalliser à la surface du mercure; ces cristaux étaient à 6 pans et quelques-uns avaient jusqu'à un dixième de pouce de diamètre; ils étaient adhérens à la tige, ou flottaient librement à la surface du liquide; 2° une tige d'étain pur, plongée dans le mercure durant un mois, donna des cristaux à six pans, mais moins gros que les précédens; 3° un petit barreau de plomb fut à moitié plongé dans le mercure pendant dix jours, et donna à la ligne de séparation du mercure une réunion de petits cristaux pareils à la gélée qui se dépose sur le verre; 4° une tige de zinc placée pendant le même temps dans les mêmes circonstances, se couvrit, sur toute sa partie immergée, de cristaux hexaédriques très-bien déterminés, dont la quantité allait en augmentant de bas en haut; 5° une tige d'argent pur ne donna rien, même au bout de six semaines; alors on porta le mercure à l'ébullition, puis on le laissa se refroidir, et au bout de 24 heures, on le trouva environné, à hauteur de la surface du liquide, de très-petites aiguilles cristallines; 6° une petite tige d'or pur se couvrit, au bout d'un mois, de très-petits cristaux, que la chaleur fit dissoudre dans le mercure.

Dans la 7e expérience, on prit une tige d'étain carrée, longue de 5 pouces, et large d'un quart de pouce; on la plaça horizontalement pour la couvrir tout-à-fait de mercure; et, afin de rendre uniforme l'action de ce liquide, on eut soin de retourner souvent la tige d'étain. Au 3e jour, cette tige se partagea en quatre prismes triangulaires, comme si on eut fait passer deux plans coupans suivant les diagonales des bases, et en deux petites pyramides quadrangulaires dont les bases étaient les bases mêmes de la tige. L'inclinaison des faces de ces pyramides sur leur base était de 45°. Tous les angles de ces prismes et de ces pyramides étaient aussi vifs, et leurs faces aussi nettes que si on les avait travaillés à dessein. Cette curieuse

expérience, répétée avec le même succès, peut s'expliquer en admettant que la compression que l'on fait subir à une tige métallique pour la rendre carrée, affaiblit la cohésion dans les directions suivant lesquelles le métal se subdivise ensuite par l'action corrosive du mercure, puisque ce métal y pénètre plus facilement que suivant toute autre direction. 8° En effet, une tige d'étain de mêmes dimensions que la précédente, mais qui, au lieu d'être carrée, avait reçu un forme rhomboïdale, de cylindrique qu'elle était auparavant, se divisa dans le mercure en quatre prismes triangulaires, dont les angles n'étaient plus égaux chacun à chacun, mais qui dérivaient des sections faites suivant les quatre arètes du prisme rhomboïdal. 9° Pour s'assurer si cette division du métal devait être attribuée à l'action du marteau qui avait servi à forger les deux tiges précédentes, on en coula une troisième dans un moule de même forme et de mêmes dimensions. Cette tige se divisa aussi dans le mercure en quatre prismes triangulaires, dont les angles et les faces étaient à la vérité beaucoup moins bien déterminés que dans les deux cas précédens. 10° Un cylindre d'étain coulé, long de 5 pouces, et d'un quart de pouce de diamètre, fut mis en expérience, et au bout de trois jours on put détacher de ses bouts deux petites calottes. On vit alors que le cylindre avait comme une croûte fragile, et un noyau encore tenace. 11° Un cylindre d'étain coulé, de mêmes dimensions que le précédent, fut coupé en deux suivant son axe. Le mercure lui donna une croûte partie prismatique, partie cylindrique, et un noyau de cette dernière forme. 12° Un pareil cylindre d'étain coulé ayant été limé carré sur une de ses moitiés, le mercure divisa la partie carrée en quatre prismes triangulaires et en une pyramide terminale; cette division avait une tendance à se propager sur la partie cylindrique qui se fendit irrégulièrement. 13° On coula une barre d'étain carrée, puis on frappa les arètes sur une moitié de leur longueur, de manière à former quatre nouvelles faces, qui alternassent avec les faces de l'autre moitié de la tige. Le mercure divisa parfaitement la partie de la tige qui avait été martelée, et ces divisions passant sur l'autre partie, avaient tellement contrarié la division qui devait naturellement s'y opérer, que le métal s'y divisa violemment en plusieurs morceaux.

L'auteur n'a pu reproduire ces singuliers phénomènes de divisions, sur le plomb, le laiton, l'or, l'argent et le zinc. Il termine son mémoire par quelques expériences faites sur le platine. 14° A la température ordinaire le mercure n'a aucune action sur le platine, même après six ans. Porté à l'ébullition, le mercure s'attache au platine; mais on peut essuyer ce métal comme on essuie l'eau qui mouille le verre. 15° Quelques grains d'éponge de platine furent violemment agités avec du mercure et un peu d'eau, et l'on obtint une légère pellicule d'amalgame. 16° Cette expérience fut répétée avec de l'eau acidifiée par de l'acide acétique. En peu de temps, le platine fut dissous, et l'amalgame prit la consistance du beurre mou en se séparant aisément du mercure demeuré fluide. On obtient le même résultat, en substituant à l'acide quelque sel neutre. L'amalgame absorbe l'humidité et le mercure retourne à son état ordinaire. 17° On répéta l'expérience précédente, en achevant de remplir l'éprouvette d'eau légèrement acide; puis on la renversa dans une coupe pleine de mercure. Des bulles de gaz s'élevèrent, et au bout de 12 heures, l'éprouvette en fut pleine. Ce gaz s'enflamma à l'approche d'une lumière. Une partie de la solution acide que l'on avait obtenue dans ces expériences, ayant été évaporée lentement, donna des cristaux d'acétate de protoxide de mercure. 18° On n'a pas pu obtenir les mêmes résultats en agitant les amalgames d'or et d'autres métaux avec de l'acide acétique faible ou des solutions de sels neutres. S.

94. Recherches sur la composition chimique des verres employés dans les arts; par M. Dumas. (*Annal. de Chim. et de Physiq.*; Tom. 44, p. 144.)

Le *verre soluble*, ainsi nommé par M. Fuchs, n'est formé que de silice et de potasse ou de soude. Insoluble dans l'eau froide, il se dissout dans l'eau bouillante, et se dépose ensuite, en forme de vernis, à la surface des corps, qui deviennent ainsi incombustibles. D'après M. Fuchs, il doit toujours renfermer 70 de silice, sur 30 de potasse ou de soude. M. Dumas a analysé quatre échantillons d'un verre fabriqué à Choisy, qui s'est trouvé formé, terme moyen, de silice 76,3, d'alumine 2,2 et de soude 21,5, et dans lequel l'oxigène de la silice est 6 fois l'oxigène des deux bases, dont l'une, l'alumine, provenait du creuset.

Un échantillon d'ancien *verre de Bohême* a donné : silice 69,4, alumine 9, 6, chaux 9,2 et potasse 11, 8. L'oxigène de la silice est à l'oxigène des trois bases dans le rapport de 4 à 1.

Un échantillon de *crown-glass*, de fabrication allemande, a donné : silice 62, 8, alumine 2, 6, chaux 12, 5, et potasse 22,1. Ici l'oxigène de l'acide est encore à l'oxigène des bases comme 4 est à 1, mais avec cette circonstance que l'oxigène de la chaux est égal à celui de la potasse ; en sorte que, si on néglige l'alumine, ce verre peut être considéré comme formé de 4 atômes de silice sur 1 atôme de potasse et 1 atôme de chaux.

M. Dumas a analysé 7 échantillons de *verre à vître*, qui peuvent être ainsi caractérisés :

	Tendre.	Dur.	Tendre.	Très tendre.	Tendre.	Dur.	Dur.
Silice......	69,65	69,25	68,55	68,65	68,5	68,0	69,0
Alumine....	1,82	2,20	2,40	4,00	10,0	7,6	7,4
Chaux.....	13,31	17,25	16,17	9,65	7,8	14,3	12,5
Soude.....	15,22	11,30	12,88	17,70	13,7	10,1	11,1

Dans ces silicates, l'oxigène de la silice est égal à 4 fois l'oxigène de la soude, plus quatre fois l'oxigène de la chaux, et plus trois fois seulement l'oxigène de l'alumine ; en sorte qu'ils forment des combinaisons de quadri-silicates de chaux et de soude, et de tri-silicate d'alumine. Quand ce verre a le temps de cristalliser, une partie de la soude abandonne les cristaux.

Le *verre à glaces* présente quelquefois, comme le verre soluble, une proportion de base pour 6 proportions d'acide ; d'autres fois ce rapport est seulement de moitié pour le silicate de silice. Exemple du

	1er cas.	2e cas.
Silice......	75,9	73,85
Alumine....	2,8	3,50
Chaux.....	3,8	5,60
Soude......	17,5	12,05
Potasse.....	—	5,50

Le *verre à bouteilles*, examiné sur deux échantillons, n'a donné que des bi-silicates dans le premier cas, et, dans le second, des bi-silicates de chaux et de potasse, avec des silicates simples d'alumine et d'oxide de fer :

	1er cas.	2e cas.
Silice......	53,55	45,6

Alumine....	6,01	14,0
Oxide de fer.	5,74	6,2
Chaux......	22,22	28,1
Potasse....	5,48	6,1

Un échantillon de *cristal* a donné : silice 56,0, oxide de plomb 32,5, potasse 8,9 et chaux 2,6 ; en sorte que l'oxigène de la silice est 7 fois l'oxigène des bases. M. Berthier a trouvé 9, et M. Faraday 6 pour ce rapport.

Du *flint-glass* de Guinand a fourni : silice 42,5, alumine 1,8, oxide de plomb 43,5, chaux 0,5, potasse 11,7, et une trace d'acide arsénique ; c'est-à-dire 20 atômes de silice sur 3 atômes d'oxide de plomb et deux atômes de potasse, abstraction faite des quantités minimes d'autres matières.

Le verre nommé *strass*, est formé, d'après M. Douault-Wieland, de silice 38,1, alumine 1,0, oxide de plomb 53,0, potasse 7,9, avec des traces de borax et d'acide arsénique; c'est-à dire 16 atômes de silice sur 3 atômes d'oxide de plomb et 1 atôme de potasse.

Il résulte de ces analyses que les verres sont toujours des silicates définis, ou des mélanges de silicates définis.

95. Recherches sur l'or fulminant ; par M. Dumas. (*Ibid.*; page 167.)

Les anciens chimistes ont envisagé l'or fulminant comme un composé d'oxide d'or et d'ammoniaque, comme un ammoniure. Plus tard, lorsqu'on reconnut l'existence des hydracides, on admit que l'oxigène de l'oxide s'unissait à l'hydrogène de l'ammoniaque, pour former de l'eau, comme dans la combinaison des bases avec les hydracides, et qu'il ne restait alors qu'un azoture d'or. Mais depuis que M. Berzelius a considéré les combinaisons des métaux avec les substances non métalliques, comme des équivalens des oxides, dont les unes joueraient le rôle de base, et les autres le rôle d'acide, il devenait nécessaire de reprendre l'analyse de l'or fulminant, et d'examiner si ce corps n'était point un azoture double d'hydrogène et d'or, l'azoture d'or jouant le rôle d'acide à l'égard de l'azoture d'hydrogène ou de l'ammoniaque, qui serait la base du composé salin : tel est le but des recherches de M. Dumas.

Il a préparé l'or fulminant, en décomposant le chlorure d'or par un excès d'ammoniaque, lavant le précipité, et le dessé-

chant à 100 degrés. Quoiqu'on fasse, on ne peut le débarrasser complètement d'une certaine quantité de chlorure d'or ; et les eaux de lavage ne cessent jamais de troubler le nitrate d'argent. Pour faire l'analyse de cette poudre, l'auteur l'a mélangée avec de l'oxide de cuivre, d'autres fois avec du massicot, puis chauffant ce mélange dans un tube, il a obtenu un dégagement d'azote, de 9,88 pour 100 de poudre fulminante.

Pour évaluer l'or, on a mêlé de l'or fulminant avec dix fois son poids de soufre en fleur, que l'on a ensuite chauffé progressivement jusqu'à 150 degrés ; quand le soufre eut disparu, on porta au rouge le résidu, qui était de l'or métallique : 100 parties de poudre ont donné 73 ou 74 d'or.

Pour évaluer l'hydrogène, on a brûlé l'or fulminant au moyen de l'oxide de cuivre, et on a déterminé la perte du poids du mélange. 100 parties d'or fulminant ont perdu 36 ou 39. Cette perte est due à l'azote, à l'eau formée, et à l'oxigène fourni par l'oxide de cuivre.

Pour déterminer le chlore, on a pris les résidus de l'analyse par l'oxide de cuivre, et on les a traités par le carbonate de soude. 100 parties de poudre fulminante ont fourni 4,5 de chlore.

D'après ces données, on aurait pour la composition de l'or fulminant : or 73,00, azote 9,88, chlore 4,50, eau 12,62 ; mais l'auteur corrige ainsi ces résultats, pour les mettre d'accord avec la formule

$$4(Au\,Az + Az\,H^3) + 2(Au\,Ch + 3\,Az\,H^3) + 9\,Aq,$$

	Observé.		*Calculé.*
Or	73,00	6 atômes	73,6
Azote	9,88	12	10,4
Chlore	4,50	2	4,3
Hydrogène	2,20	42	2,6
Oxigène	10,42	9	9,1

Il résulte de là que l'or fulminant ordinaire est un composé de deux atômes d'azoture d'or ammoniacal et d'un atôme de sous-chlorure d'or ammoniacal, avec l'eau nécessaire pour transformer l'azote en ammoniaque, et tout l'or en oxide d'or.

L'auteur a aussi analysé la poudre fulminante qu'on obtient en faisant digérer l'oxide d'or dans l'ammoniaque. Sa composition est représentée par la formule $2\,Au\,Az + 2\,Az\,H^3 + 3\,Aq$.

96. Sur la théorie des chlorures; par M. Dumas. (*Ibid.*; p. 263).

Après avoir passé en revue toutes les raisons que les chimistes ont données, pour établir que les chlorures décomposent l'eau dans laquelle on les dissout, M. Dumas croit pouvoir décider cette question de la manière suivante. La dissolution du sous-chlorure d'iode dans l'eau est d'un brun-rouge très-foncé; si l'on agite cette dissolution dans un flacon avec le tiers ou le quart de son volume d'éther sulfurique, la liqueur aqueuse est subitement décolorée, et l'éther prend une nuance brun rouge très-intense. En faisant évaporer l'éther, il reste du sous-chlorure d'iode avec ses propriétés ordinaires. M. Dumas tire de là cette conclusion, que le sous-chlorure d'iode ne doit pas décomposer l'eau, car il faudrait admettre que l'eau se reproduit sous l'influence de l'éther, puisque celui-ci enlève du sous-chlorure d'iode à l'eau.

Le perchlorure d'iode, placé dans les mêmes circonstances, n'est pas extrait de sa dissolution aqueuse par l'éther; d'où M. Dumas tire cette conséquence, que le perchlornre d'iode décompose l'eau. Au reste, il reviendra sur cette question.

97. Observations sur l'action des acides minéraux sur le cuivre; par M. John Davy. (*Edinburgh Philos. Journ.;* janvier 1830, p. 229).

M. John Davy a déjà examiné les produits qui se forment sur le cuivre ancien ou le bronze déposé au fond de la mer (*Bull.* T. VI, n° 168). Il a depuis examiné l'action lente des acides sulfurique, muriatique et nitrique très-étendus sur le cuivre qu'on y plonge, soit qu'on ferme hermétiquement le vase où l'on fait l'expérience, soit qu'on y laisse pénétrer l'air. Il obtient encore ici des dépôts de cuivre métallique, d'oxide rouge et de sous-sels, mélangés entr'eux.

98. Nouveau principe amer, acide, cristallisé, contenu dans l'écorce de la racine de Kahinça; par MM. François, Caventou et Pelletier. (*Journ. de Pharmacie*; Tom. 16, p. 465).

La kahinça (*Chicocca racemosa anguifuga, flore luteo*) croît

au Brésil; c'est un arbrisseau de 5 à 6 pieds d'élévation. L'écorce de sa racine est de couleur brune ambrée, d'une odeur aromatique nauséabonde et d'une saveur fort amère Les indigènes l'emploient contre plusieurs maladies, particulièrement contre les fièvres intermittentes. Les auteurs en ont extrait un principe particulier de la manière suivante : cette racine est épuisée par l'alcool, et les liqueurs réunies sont évaporées jusqu'à ce qu'on aperçoive sur les bords de la capsule quelques zônes de matière concrète. Abandonnée dans un lieu frais, la liqueur se prend en 24 heures en une masse poisseuse, que l'on purifie par l'eau bouillante, puis par l'éther à froid, qui laisse un dépôt grenu, que les auteurs examineront plus tard. La liqueur ainsi purifiée est d'un beau vert. Traitée par le sous-acétate de plomb, un abondant précipité a eu lieu, lequel desséché, et repris plusieurs fois par l'alcool bouillant, puis évaporé, et traité par le charbon animal, donne enfin une belle cristallisation du principe amer.

Ce principe est blanc, inodore, à saveur d'abord nulle, puis très-marquée. Sa distillation ne donne point d'ammoniaque. Il est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool, mais beaucoup dans l'éther. Il rougit le papier de tournesol, ensorte qu'on pourrait le nommer *acide kahincique*. L'acide sulfurique le dissout en le charbonnant. L'acide muriatique le dissout; mais à l'instant, il se prend en une masse gélatineuse que l'eau réduit en flocons blancs, lesquels bien lavés, sont entièrement dépourvus d'amertume; les lavages acides, saturés par le carbonate de baryte, et évaporés, n'ont point donné non plus de principe amer. L'acide nitrique agit à peu près de même. Le principe amer sature les bases, mais les sels qui en résultent ne cristallisent point.

99. De l'existence du cuivre dans les végétaux et dans le sang; par M. Sarzeau. (*Ibid.;* p. 505).

L'existence du cuivre dans un grand nombre de végétaux, a été annoncée en 1817 par M. Meissner (*Annal. de Chim. et de Physiq.,* T. 4, p. 106). M. Sarzeau vient d'obtenir les résultats suivans par un nouveau procédé assez compliqué : un kilogramme de quinquina gris a donné 5 milligrammes de cuivre, garance 5, café Martinique vert 8, café Bourbon jaune doré 8,

mare de café 8, froment 4, 7, farine 0, 7, fécule de pomme de terre 0, 0, sang dans son état ordinaire 1, 0 au plus.

100. TRAITEMENT DE QUELQUES MATIÈRES ANIMALES PAR LES ALCALIS; par M. GAY-LUSSAC.

Après avoir traité la soie ou la laine par de l'eau de baryte bouillante, qui en opère la dissolution, en laissant un résidu floconneux animalisé, et après avoir saturé la baryte par l'acide sulfurique, évaporé et traité le résidu par l'alcool, on obtient deux produits: l'un est un liquide brun syrupeux qui se dépose dans la dissolution alcoolique; l'autre est en petits cristaux blancs qui ont tous les caractères de la matière sucrée obtenue par M. Braconnot, en traitant la gélatine par l'acide sulfurique. Nous l'avons désignée par le nom de *zoomel*. Il serait possible qu'il y en eût plusieurs variétés; car nous avons obtenu des cristallisations différentes; mais nous ne prononçons pas encore définitivement, avant d'avoir fait l'analyse de chacun de ces produits azotés, qu'il n'est pas, au reste, facile d'obtenir parfaitement purs. (*Annal. de Chim. et Physiq.*; T. 44, p. 335.)

101. NOTE SUR LE BLEU DE PRUSSE; par M. ROBIQUET. (*Ibid.*, pag. 279.)

Quand on mêle une dissolution de prussiate triple de potasse, avec une solution de peroxide de fer, on obtient un bleu de Prusse insoluble, que M. Berzélius a considéré comme un double sel neutre; mais quand on verse un excès de dissolution de prussiate triple de potasse, dans une solution de protoxide de fer, on obtient un précipité blanc, qui bleuit à l'air, mais qui est soluble soit dans l'eau, soit dans l'alcool, et que M. Berzélius a considéré comme un double sous-sel. Ces deux sels doubles deviennent des cyanures doubles de fer par la dessiccation. M. Robiquet croit, au contraire, que la solubilité du bleu de Prusse résulte d'une portion de cyanure de potassium, que les lavages réitérés ne peuvent enlever, et que l'on retrouve toujours, en effet, dans les bleus de Prusse du commerce, fabriqués avec les solutions de protoxide de fer. Cette portion de cyanure de potassium donne même au bleu de Prusse une beauté que ne possède jamais le bleu de Prusse fabriqué avec les solutions de peroxide de fer. Au reste, ce n'est point à l'alumine

que le bleu de Prusse du commerce doit son insolubilité, puisque dans la préparation du cyanure de mercure on commence par enlever cette alumine au moyen d'acide muriatique, sans que pourtant le bleu devienne soluble; mais l'insolubilité provient de ce qu'on n'a point employé un excès de prussiate triple dans la fabrication du bleu. Il résulterait de cette manière de voir, que si les bleus de Prusse du commerce présentent beaucoup de différences dans leur composition, cela provient de ce que les cyanures de fer et de potassium pourraient se combiner en des proportions variables; ainsi le prussiate triple jaune ordinaire, le prussiate blanc de Proust, le bleu soluble de M. Berzélius, et probablement encore les bleus de Prusse du commerce, formeraient autant de degrés différens.

Si l'on cessait de considérer la combinaison de l'hydrogène et du cyanure comme un acide, si on la prenait pour un simple cyanure d'hydrogène (ce qui est bien permis, puisqu'une seule goutte de potasse que l'on y verse, y conserve son alcalinité, ce prétendu acide prussique étant incapable de saturer une base), on pourrait peut-être espérer d'obtenir plusieurs cyanures d'hydrogène. Et ce qui contribue puissamment à faire admettre cette opinion, c'est l'altérabilité variable du prétendu acide prussique. L'auteur en a vu dont l'existence éphémère durait à peine quelques heures, et d'autres qui se conservaient presqu'indéfiniment, quoique toujours obtenus par le même procédé. Cette singulière anomalie dépendrait alors d'une différence de composition.

102. Note sur la non-existence de l'acide sulfo-synapique, et sur la présence du sulfo-cyanure de calcium dans la semence de moutarde; par M. Pelouze. (Ibid., p. 219.)

MM. Henri fils et Garot ont cru trouver dans la semence de moutarde, un acide particulier qu'ils ont désigné sous le nom d'*acide sulfo-synapique*. D'après M. Pelouze, c'est de l'acide hydro-sulfo-cyanique.

103. Sur la Salicine; par MM. Pelouze et Gay-Lussac. (Ibid., pag. 220.)

La salicine pure est en aiguilles cristallines blanches; sa saveur est très-amère. 100 parties d'eau à 19°,5 en dissolvent 5,6.

Sa solubilité à chaud est beaucoup plus grande. Elle se dissout aussi dans l'alcool, mais non dans l'éther et les huiles. L'acide sulfurique concentré lui fait prendre une belle couleur rouge foncée. Les acides muriatique et nitrique la dissolvent sans la colorer. La noix de galle, la gélatine, l'acétate de plomb neutre ou basique, l'alun et l'émétique ne la précipitent pas de sa dissolution. Elle fond à quelques degrés au-dessus de 100 degrés; à une chaleur plus forte, elle devient jaune et cassante comme une cire. Elle ne sature pas l'eau de chaux. Analysée par l'oxide de cuivre, elle a donné : carbone 55,491, hydrogène 8,184 et oxigène 36,325, ou 2 at. de carbone sur 2 d'hydrogène et 1 d'oxigène.

104. Examen critique de l'écorce de tremble. De la présence d'une quantité remarquable de salicine dans plusieurs espèces de peupliers. Nouveau principe immédiat (la *populine*); par M. Braconnot (*Ibid.*, p. 296).

M. Braconnot a trouvé que la décoction aqueuse de l'écorce de tremble (*populus tremula*) jouit de la propriété de couper les fièvres intermittentes. Aussi cette décoction, de même que le quinquina, est-elle précipitée par la gélatine, par la noix de galle, et en vert par le sulfate de fer.

L'alcool dissout plus des trois quarts de l'écorce de tremble. Le résidu est une matière gommeuse, qui, reprise par l'eau, donne un petit dépôt de tartrate de chaux. La dissolution alcoolique, évaporée et reprise par l'eau, et bouillie avec un excès de magnésie caustique, a donné un dépôt qui, traité à chaud par l'acide acétique concentré, s'est converti en un sirop brun que l'eau a précipité en une matière floconneuse, insipide, dont le caractère est de rougir le nitrate d'argent, même dans une très-grande quantité d'eau. M. Braconnot pense qu'elle a une analogie avec le *rouge cinchonique* de MM. Pelletier et Caventou; mais, en attendant qu'on la connaisse mieux, il lui donne le nom de *corticine*.

Mais si, au lieu d'attaquer le dépôt magnésien avec de l'acide acétique concentré, on le met en contact avec cet acide faible, on obtient une dissolution que les sels ferrugineux précipitent en vert; cette matière tannante paraît être la même que celle des quinquinas.

L'extrait alcoolique de l'écorce du tremble, après son traitement par la magnésie, retenait encore de la corticine, que l'on sépare en traitant par l'eau et par le sous-acétate de plomb, puis versant sur le précipité de l'acide sulfurique faible qui s'empare du plomb et de la corticine, et laisse une liqueur amère, laquelle séparée, par l'acide sulfurique, d'un excès d'acétate de plomb et de corticine, puis évaporée, a donné une masse cristalline que l'on purifie par une nouvelle cristallisation dans l'eau chaude. Cette matière est identique avec la salicine. On l'obtient immédiatement de la décoction de tremble, par le sous-acétate de plomb, en évaporant la liqueur et traitant par le charbon animal, et la filtrant à chaud pour laisser ensuite la salicine cristalliser.

Le carbonate de potasse, versé dans les eaux-mères de la salicine, donne un précipité blanc qui se dissout dans l'eau bouillante, où elle cristallise en très-petites aiguilles, d'une saveur sucrée. C'est une substance nouvelle à laquelle l'auteur donne le nom de *populine*.

En délayant de l'hydrate de chaux dans la décoction de l'écorce de tremble, puis ajoutant successivement du sous-acétate de plomb et du carbonate d'ammoniaque, on obtient une cristallisation de salicine; et les eaux-mères, traitées par l'acide sulfurique, donnent des paillettes blanches qui ont toutes les propriétés de l'acide benzoïque.

L'écorce du tremble contient donc de la salicine, de la corticine, de la populine, de l'acide benzoïque, une matière gommeuse; un principe soluble dans l'eau et dans l'alcool, réduisant les sels d'or, d'argent et de mercure; des tartrates de chaux et de potasse, du ligneux et de l'acide pectique.

M. Braconnot a aussi trouvé la salicine dans le *populus alba* et dans le *populus græca;* mais les *populus angulosa, nigra, virginica, monilifera, grandiculata, fastigiata* et *balsamea* n'en renferment pas. Tous les saules ne contiennent pas la salicine, et quoiqu'on l'ait trouvée dans les *salix fissa, amygdalina* et *helix,* on ne l'a point rencontrée dans les *salix alba, triandra, fragilis, capræa, viminalis, babylonica, bicolor, incana, daphnoïdes et russiliana.*

M. Braconnot a examiné l'action des acides sur la salicine. Chauffée avec l'acide nitrique, elle donne de l'acide carbazotique, et peu d'acide oxalique. Les alcalis la dissolvent sans la détruire.

L'auteur désigne sous le nom de *populine* un principe immédiat qui doit exister dans les peupliers, et qu'il vient d'indiquer dans l'écorce du tremble. Les feuilles de cet arbre le fournissent en grande quantité. Pour l'en extraire, on les fait bouillir dans l'eau, où l'on verse du sous-acétate de plomb. On sépare le dépôt par le filtre, et on concentre la liqueur qui laisse cristalliser la populine; on l'exprime dans un linge, on la chauffe avec 160 fois son poids d'eau et un peu de noir animal, on filtre la dissolution bouillante qui cristallise en aiguilles soyeuses d'un blanc de neige éblouissant. La populine a une saveur sucrée semblable à celle de la réglisse. Elle se dissout dans environ deux mille parties d'eau froide, et dans 70 parties d'eau bouillante. Elle se dissout dans l'acide acétique. L'acide nitrique la change en acide carbazotique sans acide oxalique; mais elle fournit ce dernier acide par l'intermède de la potasse.

105. SUR LA COMPOSITION DE L'URÉE; par M. DUMAS (*Ibid.*, p. 273).

On sait que M. Woehler a produit de l'urée en combinant l'acide cyaneux à l'ammoniaque, et que M. Dumas vient d'obtenir un corps nouveau, qu'il a nommé *oxamide*, en distillant l'oxalate d'ammoniaque (Voyez le numéro 107); c'est l'analogie qui existe entre l'oxamide et l'urée qui a engagé M. Dumas à revoir ce dernier corps. L'acide sulfurique concentré et bouillant a transformé l'urée en acide carbonique qui s'est dégagé, et en ammoniaque combinée avec l'acide sulfurique. La potasse caustique, préalablement rougie, ayant été chauffée dans une cornue avec de l'urée, il s'est dégagé de l'ammoniaque, qui représentait à peu près tout l'azote de l'urée, et il est resté du carbonate de potasse; mais il ne s'est point formé de cyanure. On a obtenu 1,11 d'acide carbonique et 2,14 d'ammoniaque, ces gaz étant à peu près dans le rapport de 1 à 2 en volumes, ce qui constituerait le sous-carbonate d'ammoniaque ordinaire; et si, de ce carbonate, on retranche le poids de l'urée employée, il reste de l'oxigène et de l'hydrogène dans le rapport de l'eau, laquelle s'est ajoutée aux élémens de l'urée: 100 d'urée prennent ainsi 29,8 d'eau pour se transformer en acide carbonique et en ammoniaque.

106. **Mémoire sur l'analyse organique**, et procédés pour l'effectuer; par MM. Henry fils et Plisson. (*Journ. de Pharmacie*; mai 1830, p. 249.)

Les auteurs cherchent à obtenir tous les élémens de la substance organique, à l'état gazeux, et à en déterminer les volumes séparément. Au fond d'un simple tube de verre, fermé à l'un de ses bouts, on met du chlorate ou du bi-carbonate de potasse, dont l'oxigène ou l'acide carbonique sont destinés à chasser tous les gaz qui naîtront de la décomposition de la matière organique, et que l'on chassera ainsi sous une cloche pleine de mercure. Quant à la combustion de cette matière organique, on l'effectue à l'aide du chlorate de potasse ou du deutoxide de cuivre, de la manière suivante :

Détermination du carbone. — La matière est décomposée par le chlorate de potasse, et la petite quantité d'hydrogène carboné qui se produit est décomposée par le deutoxide de cuivre. L'opération terminée, on chasse les gaz au moyen du chlorate de potasse mis en réserve au fond du tube, ou bien on place la matière entre deux couches d'oxide de cuivre, dans un petit godet si elle est solide, et si elle est liquide dans une petite ampoule ouverte à son extrémité; puis on dégage un courant d'oxigène qui expulse les gaz produits et achève la combustion du carbone retenu par le cuivre réduit. Si la matière est azotée, on mettra du cuivre métallique en avant de l'oxide, pour décomposer les produits azotés.

Détermination de l'hydrogène.—On reçoit l'eau qui se forme par la combustion de la matière organique, sur de l'alliage d'antimoine et de potassium, d'abord à froid, puis à chaud. Cet alliage est grossièrement pulvérisé et mêlé avec du verre en poudre ou mieux avec de la chaux fluatée, pour enlever à la potasse l'eau qu'elle retiendrait. On dispose le mélange analytique à peu-près dans la moitié inférieure du tube; on étrangle celui-ci au-dessus du mélange, on introduit l'alliage de potassium, et on adapte un bouchon portant deux tubes; l'un est destiné à conduire les gaz dans un récipient, et l'autre est propre à amener de l'acide carbonique parfaitement sec. En calcinant au rouge le mélange analytique, les gaz entraînent l'eau au-dessus de l'étranglement. La calcination étant finie,

on enlève la partie inférieure du tube, en fondant avec une lampe ou un chalumeau sa partie étranglée. On achève la décomposition de l'eau qui a passé sur l'alliage, en fondant celui-ci de bas en haut, et on termine en faisant arriver de l'acide carbonique sec. Cette méthode appliquée à l'analyse de l'eau a conduit à des résultats très-exacts.

Détermination de l'azote. — Pour décomposer l'oxide d'azote et l'acide nitreux provenant des matières azotées, on prendra du fer en limaille, du sulfure de barium, du deutoxide de fer, du charbon fortement calciné, ou bien du cuivre métallique très-divisé, provenant de la décomposition du deutoxide par l'hydrogène.

Détermination de l'oxigène. — On peut déterminer l'oxigène en soustrayant du poids de la matière employée, le poids de tous les autres élémens. Mais pour obtenir l'oxigène à l'état gazeux, il suffit de l'unir au carbone : pour cela on réoxide le cuivre réduit, par de l'oxigène extrait d'une quantité de chlorate de potasse bien connue; puis on chasse tout l'oxigène gazeux à l'aide de l'acide carbonique extrait du bi-carbonate de potasse.

Si la matière organique contenait du soufre, on le convertirait en acide sulfureux, au moyen de peroxide de fer et de chlorate, puis on séparerait par le borax l'acide sulfureux du produit gazeux.

107. Sur l'Oxamide, matière qui se rapproche de quelques substances animales; par M. Dumas. (*Annales de Chim. et de Physiq.*; Tom. 44, p. 129.)

En distillant 100 parties d'oxalate d'ammoniaque dans une cornue, l'auteur a obtenu de l'ammoniaque, de l'eau, du carbonate d'ammoniaque, du gaz acide carbonique, de l'oxide de carbone, du cyanogène et 4 à 5 parties d'une nouvelle matière nommée *oxamide* (mot dérivé de *oxalique* et d'*ammoniaque*). Cette matière se trouve, soit en suspension dans l'eau du récipient, soit déposée dans le col de la cornue; elle est à peine soluble dans l'eau froide, mais elle se dissout dans l'eau chaude; elle est volatile et cristallisable; si on la distille, une portion se détruit et donne du cyanogène. Elle est formée de

Carbonne.....	26,95	ou 4 volumes.
Azote........	31,67	— 2 —
Oxigène......	36,76	— 2 —
Hydrogène....	4,59	— 4 —

ensorte que l'oxamide peut être considérée comme un composé de cyanogène et d'eau, ou bien comme un composé de deutoxide d'azote ou d'hydrogène bi-carboné, ou bien enfin comme un composé d'oxide de carbone et d'un azoture d'hydrogène différent de l'ammoniaque. Traitée par l'acide sulfurique et chauffée, elle laisse dégager des volumes égaux d'acide carbonique et d'oxide de carbone, et produit du sulfate d'ammoniaque. Traitée par la potasse, elle laisse dégager de l'ammoniaque et fournit de l'acide oxalique.

108. Sur les principes chimiques du Chrysanthemum segetum; et sur la nature du sol qui empèche ou favorise la croissance de cette plante; par M. Sprengel. (*Journ. für technische und oeconomische Chemie;* Tom. IV; pag. 344.)

M. Sprengel a entrepris les différentes analyses dont il est question ici, pour constater par un nouvel exemple, les rapports qui se trouvent entre les parties chimiques du sol et celles des plantes.

Dans l'analyse des plantes, il ne considère néanmoins que les parties non combustibles et la quantité d'azote qu'elles contiennent, persuadé que ce sont ces corps seuls qui jouent un rôle principal dans la végétation, et que l'influence des corps combustibles et de ceux qui se changent facilement en gaz n'est que médiate. M. Sprengel donne aux idées qu'il avance à ce sujet des développemens trop longs pour être rapportés en entier et qui cependant ne sont pas susceptibles d'extrait.

Il passe ensuite aux différentes analyses chimiques :

1° Analyse des cendres du Chrysanthemum segetum. 100 grammes de la plante furent séchés et réduits en cendres; celles-ci se trouvèrent composées de

Potasse.....................	1,234 gramme.
Soude.......................	0,244
Chaux.......................	1,246
Magnésie....................	0,111
Alumine.....................	0,023

Silice	0,388
Oxide de fer	1,510
Chlore	0,570
Acide sulfurique	0,311
— phosphorique	0,121
Charbon resté incombustible	0,096
	5,854

L'acide carbonique obtenu étant le produit de la combu ne fut pas pris en considération.

2° Analyse d'un terrain sur lequel le Chrysanthemum tum se trouvait en très-grande quantité.

100 grammes contenaient

Chaux	0,160 gramme.
Magnésie	0,440
Alumine	2,000
Oxide de manganèse	0,100
Oxide et oxidule de fer	6,500
Silice	71,501
Id.	18,000
Substances animales	0,600
Soude et potasse	0,009
Acide sulfurique	0,010
— phosphorique	0,040
Chlore	0,005
Perte	0,135
	100,000

3° Analyse d'un terrain sur lequel le Chrysanthemum tum ne pouvait pousser même quand on l'avait semé.

100 grammes contenaient

Chaux	0,287 gramme.
Magnésie	0,245
Alumine	9,350
Silice	70,849
Oxide et oxidule de fer	5,410
Oxides de manganèse	0,925
Potasse et soude	0,007
Acide sulfurique	0,174
— phosphorique	0,121

Chlore....................	0,009
Id.	9,820
Substances animales.........	2,000
Perte....................	0,103
	100,000

De ces 3 analyses, l'auteur conclut que l'oxide de manganèse et l'alumine sont contraires à la propagation de cette plante, tandis que le fer et la potasse lui sont favorables; que c'est surtout la présence du fer ou du manganèse qui, sous ces rapports, exercent une grande influence, et qu'il suffit de répartir une certaine quantité de minerai de manganèse sur le terrain pour empêcher le développement de cette plante.

E. Hecht.

109. De l'Alchimie; par M. Berzélius. (*Journal für techn. ökon. Chemie*, *von Erdmann*, 1830, n° 4, p. 378).

Dans l'enfance de la chimie il n'est pas étonnant d'entendre parler de la transformation d'un métal dans un autre; il est cependant remarquable d'observer cet art trompant une génération après l'autre, même pendant 14 siècles.

Depuis à-peu-près le 13e siècle jusqu'au commencement du 19e, il y avait une classe particulière de fripons qui s'appellaient alchimistes, qui vendaient l'art de faire de l'or, qui réussirent à tromper plusieurs princes crédules et qui chargés de butin surent se dérober aux poursuites avant qu'on ne pût s'apercevoir de leur fraude. La chimie en est arrivée à ce point qui rend désormais impossible le retour des alchimistes; cependant il ne sera pas inutile et sans intérêt de connaître plusieurs des méthodes dont se servaient ces derniers pour produire de l'or. Ils fabriquaient ce métal avec d'autres métaux, ordinairement avec l'argent et le mercure.

Pour perfectionner l'argent et en faire de l'or ils s'y prenaient de la manière suivante : On dissolvait par la voie sèche un peu d'or dans du sulfure alcalin, en chauffant du sel de glauber dans un creuset, y ajoutant du charbon qui contenait de petits morceaux d'or, ou du charbon qui renfermait de l'oxide d'or ou d'autres sels d'or pulvérisés, encore

inçonnus pour la plupart. Celui qu'on voulait tromper devait jeter ensuite dans cette masse fondue, un morceau d'argent métallique, qui précipitait l'or de sa combinaison. Après avoir continué la fusion on obtenait enfin un régule métallique d'or, et dans la scorie il se trouvait du sulfure d'argent.

D'autres alchimistes laissaient refroidir la masse aurifère fondue et non encore traitée par l'argent, ils pulvérisaient cette masse et l'appellaient poudre de flux teignant secrète. Une partie d'argent en fusion avec 2 parties de cette poudre, donnait également de l'or métallique.

D'autres encore dissolvaient cet alcali sulfuré et renfermant de l'or, ils appelaient la solution *Gradirwasser*, et ils y plongeaient de l'argent. Il se précipitait de l'or à la surface de cet argent, ce qui faisait croire à la transformation de celui-ci en or.

Pour perfectionner le mercure et en faire de l'or, on suivait plusieurs méthodes. Ou bien on tâchait de glisser secrètement de l'amalgame d'or parmi le mercure, ou bien on remuait ce dernier avec une carte dans laquelle on avait caché de l'oxide d'or, ou aussi avec du papier sur lequel on avait écrit avec de l'encre mêlée intimement à de l'oxide d'or. Les uns se servaient pour cela de papier dont l'écriture était poudrée avec du sable renfermant de l'or très-divisé. Quand alors on exposait au feu ce mercure, il était clair qu'après la combustion du papier et l'évaporation du mercure on avait de l'or pur pour résidu.

Daniel de Transylvanie préparait une poudre aurifère qu'il faisait vendre dans beaucoup de pharmacies d'Italie, sous le nom d'*Usufur*, comme médicament universel. Il l'ordonnait avec d'autres substances que ses malades devaient acheter dans les pharmacies où l'on préparait les autres médicamens, mais mais sans y ajouter sa poudre d'or qu'il gardait pour lui.

Ce même Daniel apprit son art de faire de l'or au duc Côme Ier de Florence, pour une somme de 20,000 ducats qu'il emporta aussitôt qu'on la lui eût payée, et après qu'il eût enseigné au duc à réduire l'or contenu dans son Usufur.

George Henauer faisait de l'or pour l'électeur de Wurtemberg. Après avoir placé le creuset avec les ingrédiens dans le fourneau, il fermait la chambre. Mais auparavant il avait eu soin de cacher un enfant dans une caisse, qu'il chargeait de

jeter de l'or dans le creuset pendant son absence. Quand on se fut aperçu de sa fraude on le fit pendre.

L'histoire de Suède offre des exemples d'alchimistes qui avaient acquis une grande renommée.

Le lieutenant-général saxon Paykull, fait prisonnier de guerre en 1705, fut condamné à mort par Charles XII. Paykull s'offrit, sous la condition qu'on lui accordât la vie, de faire annuellement pour un million de richsthaler en or, sans que ni le roi, ni le pays eussent de dépenses à faire. Urban Ajärne, chimiste renommé de son temps, qu'on avait mis avec lui, était tout-à-fait convaincu que Paykull pourrait transformer le plomb en or. Le général de l'artillerie, Hamilton, était présent à cet essai. Paykull mêlait ses ingrédiens en sa présence, et Hamilton les emportait chez lui, les échangeait contre d'autres qu'il achetait lui-même. Ces derniers furent apportés à Paykull qui mêla la poudre avec sa teinture; il y ajouta encore une quantité de plomb, il fondit le tout et obtint une masse d'or de la valeur de 147 ducats. On en fit des doubles ducats avec cette inscription « Hoc aurum arte chemica conflavit Holmiæ 1706, O. t. v. Paykull. »

D'après la recette que donna Paykull au général Hamilton, le procédé consistait en trois parties générales, dont chacune est assez longue.

On fondait d'abord, par une manière ridicule et vague, du sulfure d'antimoine. Puis venait le véritable secret. Deux poudres, dont l'une est du cinnabre qu'on faisait bouillir en trois fois avec de l'esprit-de-vin, jusqu'à ce que l'alcool eût disparu, et dont l'autre consistait en oxide de fer ou Crocus Martis, qu'on prescrivait à tort de préparer par la rouille et l'acide nitrique, étaient mêlées avec du sulfure d'antimoine, puis conservées dans un vase fermé, où elles demeuraient en digestion pendant 40 jours. Ensuite on devait fondre ensemble une drachme du dit mélange avec une livre d'antimoine sulfuré et une once de nitre purifié, et couler la masse fondue.

Au fond de ce vase il se trouvait alors un amas d'une masse métallique blanche et rayonnée, qu'on brûlait encore dans le creuset ouvert, tant qu'il se dégageait de la fumée, et jusqu'à ce que l'or restât seul.

On peut deviner facilement la fraude pour peu qu'on sache de chimie: le cinnabre et le Crocus Martis peuvent être mêlées avec des quantités de pourpre d'or assez considérables, sans qu'on puisse s'en apercevoir à l'aspect du mélange. Par la fusion du pourpre d'or avec le sulfure d'antimoine, on purifie l'or de l'étain auquel il était allié; et par l'évaporation, enfin, on enlève l'antimoine à l'or restant.

La recette la plus ordinaire des fabricans d'or est la suivante :

On met en digestion dans un creuset de fer le mercure avec du vert d'Espagne, du vitriol, du sel et du vinaigre fort, jusqu'à ce que le mercure ait acquis la consistance du beurre; on le remue sans cesse avec une spatule de fer; puis on l'enlève du creuset et on le lave. Le mercure coulant est passé à travers une peau; la masse qui reste, et qui est de l'amalgame de cuivre, est transformée en petites pastilles, qu'on cémente dans le creuset avec un mélange de parties égales de *gurkmeja* et de tutie en poudre. Enfin on chauffe le creuset à la forge. Au fond du creuset se trouve alors un culot métallique, c'est-à-dire l'or demandé. Le gurkmeja réduit ici le tutie (oxide de zinc impur) qui se combine avec le cuivre de l'amalgame pour donner du laiton.

C'est enfin de la même nature qu'étaient presque toutes les autres recettes, par lesquelles nos pères étaient trompés; ce qui n'était pas étonnant du tout, les connaissances de chimie de cette époque n'étant pas suffisante alors pour reconnaître de pareilles fraudes. J....L.

MÉLANGES.

Le compte rendu des séances des principales Sociétés savantes, si utile sous le rapport historique, ayant été interrompu à partir de l'année 1829, nous le rétablissons ici, en commençant par combler les lacunes. Dans cette indication sommaire des principales lectures faites au sein des académies, nous nous bornerons aux matières qui font l'objet de cette section du *Bulletin*.

110. Paris. — Académie des sciences (*Suite du Bulletin*, Tom. X, n° 188) — Séance du 22 septembre 1828. — M. Sérullas lit un mémoire intitulé : De l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool, et des produits qui en résultent. — M. Raspail annonce des recherches sur les cristaux microscopiques de phosphate et d'oxalate de chaux qu'il a trouvés dans certaines plantes.

29 *septembre*. — M. de Freycinet lit une lettre de MM. Quoy et Gaymart sur le voyage de l'Astrolabe. — MM. Poinsot et Navier font un rapport favorable sur un mémoire de MM. Lamé et Clapeyron, relatif à l'équilibre des corps solides homogènes.

6 *oct.* — M. Cauchy présente deux mémoires sur l'équilibre et le mouvement des lames élastiques et non élastiques, d'une épaisseur constante ou d'une épaisseur variable, naturellement planes ou naturellement courbes. — On lit une lettre de M. d'Hombre Firmas sur une grêle considérable tombée dans le département du Gard, le 21 mai 1828. Deux de ces grêlons pesaient 130 et 153 grammes.

13 *oct.* — M. Dutrochet lit de nouvelles observations sur l'endosmose. — M. Héricart de Thury lit une note sur une masse de fer météorique de 1000 à 1200 livres, existante à Caille, près de Grasse (Var). — M. Bouvard annonce que M. Pons a retrouvé le 5 octobre à Florence, la comète à courte période.

20 *oct.* — MM. Thibeaudeau et Bontemps lisent un mémoire sur la fabrication du flint-glass et du crown-glass.

27. *oct.* — M. Duhamel envoie un mémoire sur les équations générales de l'équilibre et du mouvement des corps élastiques.

3 *nov.* — M. Puissant est nommé membre de la section de géométrie. — M. Gannal annonce qu'il a cherché à produire du diamant en mettant en contact du phosphore et du carbure de soufre. — M. Nobili présente des plaques d'acier recouvertes de bandes irrisées, d'après sa nouvelle découverte.

10 *nov.* — M. Cagnard-Latour fait connaître le résultat de ses recherches sur la production artificielle du diamant. — M. de Prony présente une carte trigonométrique du comté de Mayo en Irlande, levée par M. Bald.

17 *nov.* — M. Becquerel communique des observations sur

la chaleur développée par le courant voltaïque dans les fils métalliques.

24 *nov.* — M. Fourier fait un rapport sur les recherches statistiques sur la prédominance relative des sexes dans les divers départemens de France. – M. Thénard fait un rapport défavorable sur les prétendus cristaux de carbone obtenus par M. Cagnard-Latour.

1er *déc.* — M. Fourier lit un mémoire sur divers points de la théorie analytique de la chaleur. — M. Arago fait un rapport sur la fabrication des verres de MM. Thibaudeau et Bontemps.

8 *déc.* — Thénard fait un rapport favorable sur la fabrication du sucre de betterave par M. Beaujeu.

15 *déc.* — M. Ampère fait un rapport favorable sur les lampes hydrostatiques de MM. Thilorier et Barrachin.

29 *déc.* — Barlow est nommé correspondant de la section de physique.

5 *janv.* 1829. — M. Bunten présente à l'Académie une brochure sur un thermomètre horizontal de son invention.

12 *janv.* — M. Cauchy lit deux mémoires intitulés, le premier : Sur le mouvement d'un système de molécules qui s'attirent et se repoussent à de très-petites distances, et sur la théorie de la lumière ; le second : Démonstration analytique d'une loi découverte par M. Savart, et relative à la vibration des corps sonores.

19 *janv.* — M. Damoiseau présente des Tables de la lune, calculées d'après la théorie de l'attraction. — M. Chevreul fait un rapport sur un mémoire de M. Sérullas, ayant pour titre : De l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool, et des produits qui en résultent. — M. Puissant fait un rapport défavorable sur un instrument de géodésie présenté par M. Jomard.

26 *janv.* — M. Savart lit un mémoire intitulé : Recherches sur la structure des corps qui cristallisent régulièrement. — M. Cauchy lit un mémoire sur l'équilibre et le mouvement des plaques et des verges élastiques dont l'élasticité n'est pas la même dans tous les sens.

2 *févr.* — M. Cauchy lit un mémoire sur la torsion et les vibrations tournantes d'uue verge rectangulaire.

9 *fév.* — M. Cauchy lit un mémoire sur la résolution des équations, et sur un moyeu d'arriver à la limite inférieure des racines de l'équation aux carrés des différences, sans former cette

équation. — M. Babinet lit un mémoire sur les couleurs des doubles surfaces à distance, et sur celles des plaques épaisses.

2 *mars*. — M. Babinet présente une machine pneumatique, dont l'un des corps de pompe sert, vers la fin de l'opération, à vider l'autre corps de pompe, qui alors communique seul avec le récipient. Il présente aussi une boussole à réflexion très-portative.

3 *mars*. — MM. Arago et Dulong sont chargés d'examiner un *opsiomètre* présenté par M. Lehot. — M. Babinet annonce qu'il a déterminé la force magnétique horizontale du globe, par une méthode dérivée de celle que M. Poisson a imaginée en 1825. Mais il mesure les forces magnétiques, non par des oscillations, mais par la torsion des fils métalliques. Il est arrivé à ce théorème : un pôle magnétique qui, à une distance d'un mètre, agit sur un pôle égal au premier avec une force d'un milligramme, est dirigé par la terre avec une force horizontale de 320 milligrammes. — M. Pouillet lit un mémoire sur l'évaluation des hautes températures en degrés du thermomètre à air.

30 *mars*. — M. Gay-Lussac fait un rapport sur différentes questions relatives à la construction des paratonnerres sur les magasins à poudre.—M. Poinsot fait un rapport sur un mémoire de MM. Dubois et Bigeon, sur les développées des courbes planes. Ce mémoire ne renferme rien de nouveau. — M. Despretz lit un mémoire sur les modifications que subissent les métaux par l'action combinée de la chaleur et du gaz ammoniacal.

6 *avril*. — M. Sérullas annonce que le corps désigné par le nom de chlorure d'azote est un véritable chlorure d'ammoniaque; tous les composés que l'on regardait comme des azotures contiennent aussi de l'azote.

13. *avril*.—M. Sérullas lit son travail sur le corps nommé chlorure d'azote, qui est une combinaison d'azote et d'ammoniaque. L'argent fulminant est de même formé d'argent et d'ammoniaque. — M. Poisson fait un rapport très-favorable sur le mémoire de M. Pontécoulant, relatif aux grandes inégalités de Jupiter et de Saturne. — M. Poisson lit une note sur la constitution intime des fluides.

20 *avril*. — M. Robiquet annonce qu'il est parvenu à faire cristalliser la matière colorante de l'orseille. — M. Cagnard-

Latour adresse une note sur la cristallisation de la silice. — M. Becquerel est nommé membre de la section de physique.

27 *avril*. — M. Arago communique les détails que lui adresse M. de Bréauté, sur un tremblement de terre ressenti aux environs de Dieppe, dans la nuit du 1er au 2 avril. — Le même académicien annonce des observations de M. Kuppfer de Casan, et qui constatent l'influence des aurores boréales sur les mouvemens de l'aiguille aimantée. — M. Arago fait ensuite un rapport très-favorable sur les observations magnétiques et météorologiques, faites à bord de la Chevrette. — M. Chevreul lit pour M. Vauquelin un mémoire sur l'acide pectique et la racine de carotte. — M. Cauchy achève la lecture de son mémoire sur les dilatations et condensations des corps solides ou fluides. — M. Arago annonce que le prix de mathématiques sur le calcul des perturbations des mouvemens elliptiques des comètes, sera décerné à M. de Pontécoulant, auteur du seul mémoire adressé à l'Académie sur ce sujet.

4 *mai*. — M. Arago fait son rapport sur les travaux relatifs aux sciences mathématiques, qui ont été exécutés pendant le voyage de la Chevrette. — M. Roulin donne des détails sur les tremblemens de terre ressentis en Amérique.

11 *mai*.—M. Durville lit un rapport détaillé sur la marche et les opérations du voyage de découvertes de la corvette l'*Astrolable* en 1826, 1827, 1828 et 1829.

17 *mai*. — M. Navier annonce que le prix de mécanique sera décerné à M. Thilorier, inventeur d'une nouvelle pompe à compression. — M. Dulong lit un mémoire intitulé : Recherches sur la chaleur spécifique des fluides élastiques.

25 *mai*. — M. Savart lit un mémoire intitulé : Recherches sur la structure des métaux, étudiée par le moyen des vibrations.

15 *juin*. —Séance publique annuelle.—M. Fourier prononce l'éloge de Laplace.

22 *juin*. —M. Navier fait un rapport très-favorable sur l'ouvrage de M. Coriolis, intitulé : Du calcul de l'effet des machines. — M. Cauchy en fait un pareil sur un mémoire de M. Tinck, relatif aux élémens du calcul différentiel.

30 *juin*. — M. Gay-Lussac fait un rapport sur un paratonnerre à élever sur une église. — M. Jacobi adresse à l'Académie

son ouvrage intitulé : *Fundamenta nova theoriæ fonctionum ellipticarum.* — M. Cauchy fait son rapport sur un mémoire de feu M. Abel, présenté à la séance du 30 octobre 1826, et relatif aux fonctions elliptiques. Il sera inséré parmi les mémoires des savans étrangers.

6 *juillet.* — M. Sérullas lit un mémoire intitulé : Observations sur l'iodure et le chlorure d'azote; et un second mémoire sur un chlorure de phosphore et de soufre.

13 *juil.* — M. Cauchy fait un rapport favorable sur un mémoire de M. Ostrogradsky, relatif à la propagation des ondes dans un bassin cylindrique. — M. Donné lit des recherches sur les influences qu'exercent les phénomènes météorologiques sur les piles sèches.

20 *juil.* — M. Dulong annonce que M. Berzélius vient de découvrir une nouvelle terre qu'il nomme *thorine.* — M. Gay-Lussac annonce que la plupart des matières organiques, traitées par la potasse caustique à chaud, donnent de l'acide oxalique. — M. Cauchy fait un rapport non approbatif sur l'emploi des baguettes arithmétiques dans la division, par M. Russel d'Inval.

27 *juil.* — M. Becquerel ayant versé du carbure de soufre et du nitrate de cuivre dans un tube, et plongé une lame de cuivre dans les deux couches de ces liquides, a obtenu, au bout de six semaines, des cristaux de protoxide de cuivre, et du carbone en lames minces et brillantes sur les parois du tube.

3 *août.*—M. Becquerel lit un mémoire intitulé : Du pouvoir thermo-électrique des métaux. Il attribue le développement de l'électricité atmosphérique au mélange de l'air chaud avec l'air froid. — M. Savart lit un mémoire sur la réaction de torsion.

7 *août.* — M. Chevreul lit une note relative à des expériences faites par M. Donné, sur les moyens de neutraliser l'action des alcalis végétaux sur l'économie animale. — M. Gay-Lussac lit un mémoire sur l'acide phosphorique.

24 *août.* — MM. Caventou et François annoncent qu'ils ont découvert un principe particulier dans la racine de la plante du Brésil, nommée *kainca chiococca racemosa.*

31 *août.* — M. Cauchy lit un mémoire sur l'application du calcul des résidus à l'évaluation et à la transformation des produits composés d'un nombre infini de facteurs.

7 *septembre.* — M. de Rossel fait un rapport désapprobatif sur deux mémoires de M. Devoulx sur une méthode de trouver la longitude en mer. — M. Barré lit un mémoire sur la communication du mouvement par le choc des corps élastiques. — M. Chevillot lit des recherches sur les gaz de l'estomac et des intestins de l'homme, dans l'état de maladie.

14 *sept.* — M. Cauchy présente trois mémoires, le premier sur la détermination du résidu intégral de quelques fonctions le deuxième sur la détermination des racines primitives dans la théorie des nombres; et le troisième sur la théorie générale des puissances.

21 *sept.* — M. Payen communique des expériences sur la prise du plâtre; suivant lui 105 degrés de chaleur suffisent pour le cuire.

28 *sept.* — M. Gay-Lussac lit une lettre de M. Kuppfer sur un voyage au Caucase, où il a fait des observations sur la diminution du magnétisme terrestre, qui confirment celles de M. Gay-Lussac.

5 *octobre.* — M. Payen adresse des recherches sur la limite de la température à laquelle le sulfate de chaux natif perd son eau de cristallisation. C'est de 78 à 80 degrés que s'opérerait, suivant lui, la cuisson utile du plâtre. Le carbonate de chaux qui s'y trouve facilite seulement la transmission de la chaleur.

12 *oct.* — M. Mathieu fait un rapport favorable sur la *règle-échelle* de M. Chauvin. — M. Warden annonce la chûte de deux aërolithes, la nuit du 14 août dernier, près de Déal, dans le New-Jersey. — M. Poisson lit un mémoire sur l'équilibre et le mouvement des fluides élastiques et des liquides.

19 *oct.* M. Sturm lit un mémoire sur une nouvelle théorie, relative à une classe de fonctions transcendantes.

26 *oct.* — M. Becquerel lit un mémoire sur les cristallisations des sulfures métalliques, opérées par de faibles courans électriques.

2 *novembre.* — M. Babinet envoie un premier mémoire sur la cause du retard qu'éprouve la lumière dans les milieux réfringens, et sur la réfraction des milieux en mouvement.

9 *nov.* — M. Cauchy annonce qu'il a complètement résolu le problème de l'extraction des racines primitives des nombres.

16 *nov.* — M. Poncelet lit un mémoire contenant des expé-

riences sur les lois de l'écoulement de l'eau par les orifices rectangulaires verticaux à grandes dimensions.

23 *nov.* — M. Becquerel communique quelques observations sur différens composés métalliques qui se forment sur des antiques.

30 *nov.* — M. Dulong lit, en communauté avec M. Arago, un mémoire sur les moyens de prévenir l'explosion des machines à vapeur. La loi de Mariotte a été vérifiée pour l'air jusqu'à la pression de 24 atmosphères, et les forces élastiques de la vapeur d'eau ont été observées jusqu'à cette pression. — M. Boucharlat adresse plusieurs analyses de l'eau de la Seine et du canal de l'Ourcq, par feu M. Vauquelin.

7 *décembre.* — M. Puissant lit un nouvel essai de trigonométrie sphérique. — M. Sérullas lit un mémoire sur les composés de l'iode; action des acides sur l'iodate de potasse; bi-iodate et tri-iodate de potasse; chloro-iodate de potasse; acide iodique obtenu en grande quantité.

14 *déc.* — M. Poisson présente les deux premiers volumes d'une seconde édition de la *Mécanique céleste.*

21 *déc.* — M. Pelletier annonce qu'il a fabriqué en grand du sulfate et du carbonate de magnésie, avec les calcaires magnésiens de France. — On lit un mémoire de M. Darcet fils, sur la propriété qu'ont les chlorures de préserver de la peste. — M. Poisson fait un rapport très-favorable sur les *Nova fundamenta theoriæ fonctionum ellipticarum* de M. Jacobi. — M. Chevreul fait un rapport très-favorable sur les recherches de M. Sérullas, concernant les composés de l'iode. — M. Sérullas lit une note additive sur l'acide iodique obtenu cristallisé.

28 *déc.* — M. Sérullas est nommé membre de la section de chimie.

111. LONDRES. — *Société royale* (Suite du *Bulletin*, Tom. X, n° 139). — *Séance du* 19 *juin* 1828. — M. Ritchie lit des expériences et des remarques sur les conducteurs de l'électricité. Il trouve que la chaleur, tout en dilatant les corps, favorise le passage de l'électricité. — M. Yelloly fait connaître le résultat de ses observations sur la nature chimique des calculs urinaires, et particulièrement de ceux qui ont été recueillis à l'hôpital de Norfolk et Norwick. — On lit un mémoire de M. Hennel intitulé : Action mutuelle de l'alcool et de l'acide sulfurique, et

mode de formation de l'éther qui en résulte. — On lit un mémoire de M. Christie sur l'influence magnétique des rayons solaires.

20 *nov.* — On donne lecture d'une méthode pour rendre le platine malléable, par M. Wollaston.

27 *nov.* — On fait connaître un microscope double inventé par M. Wollaston. — M. H. Davy fait connaître une série d'expériences électriques qu'il a entreprises sur la torpille.

11 *déc.* — Le cap. Sabine fait connaître les expériences qu'il a entreprises pour déterminer la marche comparative d'un pendule invariable, à l'observatoire royal de Greenwich, et à la station de Londres, que le cap. Kater avait choisie pour faire ses expériences. — On lit un mémoire de M. Wollaston, sur la méthode de comparer la lumière du soleil avec celle des étoiles fixes.

18 *déc.* — M. Herschel communique un mémoire de M. J. F. Graves, intitulé : Essai de rectification des formules logarithmiques. — On lit un mémoire de M. Bevan, qui a fait des expériences pour déterminer le module de torsion pour diverses substances. — On lit quelques essais sur l'eau de la Méditerranée, par M. Wollaston. — M. Gilbert fait connaître les expériences entreprises par M. Barlow, pour arriver à la construction d'un télescope à réfraction, de 7, 8 pouces d'ouverture, avec une lentille liquide concave.

8 *janv.* 1829. — Le cap. Sabine fait connaître l'inclinaison de l'aiguille magnétique à Londres, en août 1828 : la valeur moyenne est de 69° 47′

22 *janv.* — Description des aurores boréales; détermination de leur élévation au-dessus de la surface de la terre, par M. Farquharson.

5 *février.* — On fait connaître un baromètre différentiel imaginé par M. Wollaston. — On lit la suite d'un mémoire de M. Walker sur la stabilité et le volume des corps rectangulaires flottans.

12 *fév.* — On communique un mémoire de M. Brewster intitulé : Sur la réflexion et la décomposition de la lumière aux surfaces de séparation des milieux qui ont des pouvoirs réfringens égaux ou inégaux.

19 *fév.* — Examen des objections élevées contre la représen-

tation géométrique des racines carrées des quantités négatives, par M. Warren.

29 *févr.* — On achève la lecture du mémoire de M. Farquharson, commencée à la séance du 22 janvier.

12 et 19 *mars.*—Le cap. Sabine fait connaître ses expériences sur la réduction au vide des vibrations du pendule.

23 *avril.* — On reçoit des observations astronomiques faites à Paramatta, par M. Rumker.

30 *avril.*— On lit un mémoire de MM. Allen et Pepys sur la respiration des oiseaux dans divers mélanges gazeux.—M. Bostock fait connaître une purification spontanée des eaux de la Tamise.

7 *mai.*—M. Ritchie communique des expériences et des observations sur les théories du galvanisme. — M. Turner fait connaître la composition exacte du chlorure de barium, qui a été mal analysé par M. Thomson.

14 *mai.*— On continue la lecture du mémoire précédent.

21 *mai.*—On lit un mémoire de M. Brewster sur une nouvelle série de couleurs périodiques produites par les surfaces rayées des corps métalliques et des corps diaphanes.

4 *juin.*— On lit un mémoire de M. Warren sur la représentation géométrique des puissances des quantités qui renferment des racines carrées de nombres négatifs.

18 *juin.*—Le cap. Sabine fait connaître la réduction au vide du pendule réversible de Kater.

19 *nov.*, 3 *et* 10 *déc.* — On lit un mémoire de M. Faraday sur une nouvelle fabrication de verres pour les besoins de l'optique.

26 *nov.* — M. Sabine fait connaître le nivellement opéré à travers l'isthme de Panama, par M. Lloyd.

21 *janv.* 1830. — On lit la description d'un microscope par M. Lister.

28 *janv.* — M. Farquharson communique des observations concernant l'action des aurores boréales sur l'aiguille aimantée.

4 *fév.* — Le capit. Horsburgh communique des remarques sur plusieurs îles de glaces qui ont été vues à des latitudes tres-peu élevées dans l'hémisphère sud. — M. Brewster envoie un mémoire sur la loi de polarisation partielle de la lumière par réflexion.

TABLE
DES ARTICLES DU CAHIER D'AOUT 1830.

PARIS. — IMPRIMERIE DE AMB. FIRMIN DIDOT, RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

MATHÉMATIQUES.

112. THÉORÈME DE GÉOMÉTRIE; par M. POINSOT. (*Journal de l'École Polytechnique*; T. VI, p. 206).

Une surface est définie par la condition que les distances d'un point quelconque M de cette surface à des points fixes donnés, sont liées entr'elles par une certaine relation. Cette relation étant exprimée par l'équation $f(K, K', K'', \ldots) = o$, (ou pour abréger, fonction $f = o$) entre les distances K, K', K''.... du point M aux points fixes donnés, je dis que la normale à la surface en ce point coïncide en direction avec la résultante des forces qui seraient appliquées au même point suivant les droites K, K', K''.... et qui auraient pour grandeurs respectives, les quantités $f'(K), f'(K'), f'(K'')\ldots$ qu'on obtient en prenant successivement les fonctions primes de la fonction f, par rapport à chacune des distances K, K', K''....

Démonstration.

Soient, par rapport à trois axes rectangulaires, x, y, z les coordonnées du point mobile M; a, b, c celles d'un point fixe donné; a', b', c' celles d'un second point, etc.; les distances du point (x, y, z) de la surface aux points fixes (a, b, c), (a', b', c'), (a'', b'', c''), etc., seront:

$$K = \sqrt{(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2}\,;\; K' = \sqrt{(x-a')^2+(y-b')^2+(z-c')^2}\,;$$

$$K'' = \sqrt{(x-a'')^2+(y-b'')^2+(z-c'')^2}, \text{ etc.}$$

Substituant ces valeurs dans la relation donnée,

$$f(K, K', K''\ldots) = o, \qquad (1)$$

on aura pour l'équation de la surface proposée:

$$\varphi(x, y, z, a, b, c, a', b', c' \ldots) = o. \qquad (2)$$

et pour sa différentielle par rapport aux coordonnées x, y, z,

$$dx\,\varphi'(x) + dy\,\varphi'(y) + dz\,\varphi'(z) = 0, \qquad (3)$$

$\varphi'(x)$, $\varphi'(y)$, $\varphi'(z)$ étant les fonctions primes de la fonction φ prises successivement par rapport à x, y, z.

Mettant cette équation différentielle (3) sous la forme usitée, $dz = p\,dx + q\,dy$, on a : $p = \frac{-\varphi'(x)}{\varphi'(z)}$, $q = \frac{-\varphi'(y)}{\varphi'(z)}$, et on sait 1° que les équations de la normale au point (x, y, z) sont, en désignant par X, Y, Z les coordonnées courantes de la normale, $X - x + p(Z - z) = 0$, $Y - y + q(Z - z) = 0$; 2° que les cosinus des angles que la normale fait avec les axes des x, des y, des z, ont pour expressions :

$$\frac{p}{\sqrt{1 + p^2 + q^2}}, \frac{q}{\sqrt{1 + p^2 + q^2}}, \frac{1}{\sqrt{1 + p^2 + q^2}};$$

$$\text{ou} - \varphi'(x) : \sqrt{\varphi'(x)^2 + \varphi'(y)^2 + \varphi'(z)^2}$$
$$- \varphi'(y) : \quad \text{id.} \qquad (4)$$
$$- \varphi'(z) : \quad \text{id.}$$

Suivant la proposition de M. Poinsot, la résultante des forces $f'(K)$, $f'(K')$, $f'(K'')$..... fait respectivement avec les axes des x, des y, des z, les mêmes angles que la normale.

Pour le démontrer, décomposons chacune des forces $f'(K)$, $f'(K')$, $f'(K'')$..... en trois autres parallèles aux axes des coordonnées; à cause de

$$K = \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2},$$

on a

$$\frac{dK}{dx} = x - a : \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2},$$

$$\frac{dK}{dy} = y - b : \quad \text{id.}$$

$$\frac{dK}{dz} = z - c : \quad \text{id.}$$

La valeur de $\frac{dK}{dx}$ fait voir que cette quantité est le cosinus de l'angle que la force $f'(K)$ dirigée suivant la droite K fait avec l'axe des x; d'où il suit que $\frac{dK}{dx} f'(K)$ est la force $f'(K)$ décomposée parallèlement à l'axe des x. On verra de même qu

$\frac{dK}{dy}f'(K)$, $\frac{dK}{dz}f'(K)$ sont les composantes de la force $f'(K)$ parallèles aux deux axes des y, des z. Par la même raison, les autres forces $f'(K')$, $f'(K'')$, ..., auront pour composantes :

1° $\frac{dK'}{dx}f'(K')$, $\frac{dK'}{dy}f'(K')$, $\frac{dK'}{dz}f'(K')$;

2° $\frac{dK''}{dx}f'(K'')$, $\frac{dK''}{dy}f'(K'')$, $\frac{dK''}{dz}f'(K'')$;

3° etc.

Les trois composantes de la résultante des forces $f'(K)$, $f'(K')$, $f'(K'')$.... parallèles aux trois axes des coordonnées seront donc :

1° Parallèlement à l'axe des x,

$$\frac{dK}{dx}f'(K) + \frac{dK'}{dx}f'(K') + \frac{dK''}{dx}f'(K'') + \text{etc.} \qquad (e)$$

2° Parallèlement à l'axe des y,

$$\frac{dK}{dy}f'(K) + \frac{dK'}{dy}f'(K') + \frac{dK''}{dy}f'(K'') + \text{etc.} \qquad (e')$$

3° Parallèlement à l'axe des z,

$$\frac{dK}{dz}f'(K) + \frac{dK'}{dz}f'(K') + \frac{dK''}{dz}f'(K'') + \text{etc.} \qquad (e'')$$

Mais la composante (e) de la résultante est la différentielle par rapport à x de l'équation (2), $\varphi=o$, ou de l'équation (1), $f=o$; donc on a :

$$(e) = \frac{d(\varphi)}{dx} = \varphi'(x)\,;\ (e') = \frac{d(\varphi)}{dy} = \varphi'(y)\,;\ (e'') = \frac{d(\varphi)}{dz} = \varphi'(z)\,.$$

Par conséquent la résultante des trois composantes (e), (e'), (e'') fait avec les axes des coordonnées x, y, z des angles qui ont respectivement pour cosinus :

$$\varphi'(x) : \sqrt{\varphi'(x)^2 + \varphi'(y)^2 + \varphi'(z)^2}$$
$$\varphi'(y) : \text{id.}$$
$$\varphi'(z) : \text{id.}$$

Ces expressions ne diffèrent pas de celles (E) qu'on a trouvées pour les cosinus des angles de la normale par rapport aux mêmes axes des coordonnées; d'où il suit que la normale à la surface $\varphi=o$, au point (x, y, z), et la résultante des forces $f'(K)$, $f'(K')$, $f'(K'')$.... sont dirigées suivant la même droite. HACHETTE.

Remarque de M. Poinsot ajoutée à la démonstration précédente.

Il y a ici une remarque essentielle à faire relativement aux *sens simultanés* qu'il faut donner à toutes les forces composantes $f'(K)$, $f'(K')$, $f'(K'')$, etc., afin que leur résultante donne précisément la direction de la normale, conformément au théorème dont il s'agit.

Toutes les fonctions primes $f'(K)$, $f'(K')$, $f'(K'')$, etc., tirées de la fonction donnée $f(K, K', K'', \text{etc.}) = o$ peuvent avoir le même signe; ou bien les unes peuvent avoir le signe $+$, et les autres le signe $-$.

Dans le premier cas, toutes les forces doivent tendre à augmenter les rayons vecteurs K, K', K'', etc.; ou tendre toutes à les diminuer, comme on voudra le supposer, car on peut faire la supposition qu'on veut.

Dans le second cas, si l'on suppose que les forces représentées par les fonctions primes $f'(K)$, etc., qui ont le signe $+$, tendent à augmenter les rayons vecteurs K, etc., il faudra supposer que les forces représentées par les fonctions primes $f'(K'')$, etc., qui ont le signe $-$, tendent à *diminuer* les rayons K'', etc., ou réciproquement.

Ainsi les lignes K, K', K'', etc., indiquent les *directions* des composantes.

Les fonctions primes $f'(K)$, $f'(K')$, $f'(K'')$, etc., considérées d'une manière absolue, expriment les *grandeurs* de ces forces; et enfin les signes $+$ ou $-$ dont ces fonctions *primes* se trouvent affectées, indiquent les *sens simultanés* qu'il faut donner à ces forces.

Si l'on prend celles qui ont le signe $+$ dans le sens où elles tendraient à alonger les lignes K, K', K'', etc., il faut prendre celles qui ont le signe $-$ dans le sens où elles tendraient à les raccourcir, ou *vice versâ*.

Avec cette attention, la direction de la résultante sera précisément celle de la normale, menée par le point dont il s'agit, à la surface qui est donnée par l'équation

$$f(K, K', K'', \text{etc.}) = o$$

Ainsi, pour l'application de cette *règle statique* à la détermination des normales, il faut avoir égard aux signes dont les *fonctions primes* $f'(K)$, $f'(K')$, etc., sont affectées.

S'il s'agissait, par exemple, d'un ellipsoïde de révolution dont l'équation serait $f(K, K') = K + K' - const. = o$, vous auriez $f'(K) = 1$, et $f'(K') = 1$; et comme ces deux fonctions primes sont de même signe, il faut prendre les deux composantes égales, dans le sens où toutes deux tirent le point M pour l'éloigner des foyers: ou bien dans le sens où elles *poussent* toutes deux vers les foyers, comme on voudra.

Mais si l'on avait $f(K, K') = K - K' - const. = o$ (ce qui répond à l'hyperboloïde de révolution autour des extrémités fixes des rayons vecteurs K et K'), on trouverait $f'(K) = 1$, et $f'(K') = -1$, et, dans ce cas, il faudrait prendre vos deux composantes égales, l'une dans le sens où elle *tire* le point M pour l'éloigner du foyer, l'autre dans le sens où elle *pousse* ce point M vers l'autre foyer: sans quoi la résultante ne serait pas dirigée suivant la normale à l'hyperboloïde.

113. Annales de mathématiques pures et appliquées; par M. Gergonne. T. XXI, nos 4 et 5, oct. et nov. 1830.

Dans un premier article de la livraison d'octobre, M. Lenthérie s'occupe de la recherche des racines de l'unité et montre comment on peut, de proche en proche, parvenir facilement à l'expression de ces racines pour des degrés assez élevés. Nous ne le suivrons pas dans ses recherches qui sont peu susceptibles d'analyse.

Des nombres pris au hasard ont toujours l'unité pour diviseur commun, mais ils peuvent avoir aussi un ou plusieurs autres *diviseurs communs*, différens de l'unité, dont le plus grand ne saurait toutefois excéder le plus petit d'entr'eux.

Des nombres pris au hasard ont toujours une infinité de dividendes communs, au nombre desquels se trouve leur produit et tous ses multiples; mais ces nombres ont souvent des *dividendes communs* plus petits que leur produit, dont le plus petit ne saurait toutefois être moindre que le plus grand d'entr'eux.

Des nombres étant donnés, on peut donc se proposer 1° d'en déterminer le plus grand diviseur commun, c'est-à-dire le plus grand des nombres qui les divise tous exactement; 2° d'en déterminer le plus petit dividende commun, c'est-à-dire de déterminer le plus petit des nombres qu'ils peuvent tous diviser exactement. La résolution de ces deux questions trouve souvent des applications utiles. C'est, par exemple, au moyen de la première qu'on parvient à réduire à l'expression la plus simple

un rapport composé d'autant de termes qu'on voudra; c'est à l'aide de la seconde qu'on parvient à réduire plusieurs fractions au même dénominateur, sous la condition d'obtenir les fractions transformées les plus simples possibles.

Cependant, de ces deux questions, la première est la seule qui soit abordée dans les livres élémentaires même les plus complets; et encore n'y est-elle complètement traitée que pour le cas de deux nombres seulement. Il y a donc ici une lacune manifeste, et c'est à la remplir que M. Gergonne consacre le 2e article de la livraison que nous annonçons.

M. Gergonne croit inutile de rien ajouter à ce qu'on trouve dans les élémens, sur la recherche du plus grand diviseur commun à deux nombres donnés; mais il démontre qu'on obtient le plus petit dividende commun à ces deux nombres en divisant leur produit par leur plus grand diviseur commun.

L'auteur démontre ensuite que, soit le plus grand diviseur, soit le plus petit dividende commun à tant de nombres qu'on voudra, ne change pas en substituant à deux quelconques d'entr'eux leur plus grand diviseur ou leur plus petit dividende commun; ce qui ramène la recherche soit du plus grand diviseur, soit du plus petit dividende commun à tant de nombres qu'on voudra, à une suite de pareilles recherches, faites sur deux nombres seulement.

M. Gergonne termine en faisant observer que, bien qu'il ne se soit occupé que de nombres, tout ce qu'il a dit s'applique également aux polynomes, moyennant les modifications connues qu'exige la recherche du plus grand commun diviseur, lorsqu'on l'applique à des quantités littérales; mais il croit devoir faire remarquer que ce qui pourrait n'être réputé de pure élégance, tant qu'il n'est question que de quantités numériques, devient ici d'une nécessité presqu'indispensable. Si, en effet, il s'agit de chasser les dénominateurs dans une équation où plusieurs dénominateurs sont des polynomes fonctions de l'inconnue; en employant les procédés que l'on trouve indiqués dans tous les traités d'algèbre, on s'exposera à obtenir une équation d'un degré plus élevé que ne le comporte la nature du problème, tandis qu'en multipliaut les deux membres de cette équation par le plus petit dividende commun aux dénominateurs de

ses termes fractionnaires, l'équation résultante ne présentera aucun facteur superflu.

La livraison de novembre est entièrement occupée par un mémoire de M. Lionville sur la théorie analytique de la chaleur. Ce mémoire n'est lui-même qu'une analyse assez succincte de deux autres mémoires présentés à la première classe de l'Institut en 1829 et 1830; et c'est assez dire qu'il n'est point susceptible d'analyse. Bornons-nous donc à dire que M. Lionville y considère une barre cylindrique d'une longueur finie, mais d'un rayon infiniment petit dont le pouvoir rayonnant, la conductibilité et la chaleur spécifique varient d'un point à l'autre suivant une fonction donnée quelconque de l'abscisse.

114. Recherches sur la détermination des fonctions de deux variables, dont les coëfficiens différentiels du premier ordre sont donnés implicitement; par M. Woisard. (*Mém. de la Soc. des lett., sc. et arts de Metz ;* 1827, p. 165).

L'auteur propose plusieurs moyens de résoudre ce problème en général, et fait connaître une manière d'obtenir des solutions particulières, quand l'emploi de ses méthodes ne peut pas conduire à une solution complète de la question. Ces méthodes n'offrent rien de bien particulier, et même nous avons remarqué quelques erreurs dans leurs applications données par l'auteur. S.

115. Mémoire sur la coudée septennaire des anciens Égyptiens, et les différens étalons qui en ont été retrouvés jusqu'à présent; par M. Girard. (*Mémoires de l'Acad. des scienc.;* Tom. IX, p. 591.)

La détermination de cette coudée repose maintenant sur les mesures directes de quatre étalons. En 1799, M. Girard a donné la description du nilomètre de l'île d'Éléphantine; il l'a trouvé de 527 millimètres. Cette coudée était divisée en 14 parties égales. Il existe maintenant, au musée de Turin, l'étalon d'une ancienne coudée, qui a été retrouvée dans les ruines de Memphis; c'est une règle de bois dur de Méroë de 9 lignes d'épaisseur, travaillée avec soin et couverte d'hiéroglyphes; elle est divisée en 28 parties; mesurée par MM. Plana et Bidone, elle s'est trouvée de 523,521 millimètres. M. Drovetti vient d'enri-

chir notre musée égyptien d'un étalon de coudée, qui, comme celui de Turin, est un prisme à cinq pans, de bois dur, chargé sur chacune de ses faces de caractères hiéroglyphiques, indiquant les noms et les qualités de son possesseur, avec le titre de coudée royale; il est divisé en 28 parties ou doigts, et, de même que celui de Turin, ses quinze premières divisions, en allant de droite à gauche, portent sur l'une des faces de la coudée les sous-divisions successives du doigt, savoir : du premier doigt en deux parties, du 2e en 3, du 3e en 4, et ainsi de suite jusqu'au 15e qui est divisé en 16 parties. M. Girard a mesuré lui-même, avec précision, la longueur de cette coudée, et il l'a trouvée de 525 millimètres. Au milieu de la coudée, et sur la même face qui porte son titre de coudée royale, on a gravé un pied d'ibis, caractère qui, suivant M. Champollion, exprime l'unité de mesure appelée *pied*, comme la figure de l'avant-bras et de la main étendue, qui est gravée à l'une des extrémités de cet étalon, désigne l'unité de mesure appelée *coudée*. Le pied était donc la demi-coudée. Enfin, un quatrième étalon a été retrouvé à Memphis par M. Anastazi, consul de Suède; il est déposé à Florence. Le dessin (*fac simile*) en a été remis par M. Drovetti à M. Champollion, qui l'a communiqué à M. Girard. Il est divisé en 28 doigts ou 7 palmes; il porte le titre de *coudée royale*, et, à son milieu, le signe hiéroglyphique du pied. Sa longueur est de 526, 5 millimètres. Cette coudée est moins soignée que la précédente; mais une circonstance particulière la rend très-remarquable : immédiatement après la première palme qui porte l'inscription de *coudée royale*, et dans le champ du palme suivant se trouve l'inscription hiéroglyphique *petite coudée*. Il y avait par conséquent une coudée de 6 palmes, contemporaine de celle de 7, et dont la longueur absolue aurait été d'environ 450 millimètres, précisément équivalente à la coudée naturelle ou virile des livres hébreux; par sa division en 6 palmes ou en 24 doigts, celle-ci était évidemment d'un usage plus commode dans les constructions et les usages ordinaires de la vie, que la coudée royale septennaire. Au surplus, le troisième palme de la petite coudée porte l'inscription hiéroglyphique *petit pied*; ce qui prouve que les Égyptiens avaient aussi un pied de 3 palmes, moitié de cette petite coudée,

comme ils avaient un pied plus grand, égal à la moitié de leur coudée royale.

La moyenne des quatre valeurs trouvées ci-dessus pour la coudée royale est de 525, 5 millimètres. Les discussions des historiens et des antiquaires deviennent donc superflues devant ces preuves irrécusables. Le plan de la chambre sépulcrale pratiquée dans la grande pyramide, est un rectangle dont l'un des côtés est précisément double de l'autre, savoir : 32 pieds 4 pouces et 16 pieds 2 pouces; ce qui donne 525 millimètres pour la coudée, si l'on suppose avec Newton que cette chambre portait 20 coudées sur 10. Autre preuve : Pline assigne au côté de cette grande pyramide une longueur de 883 pieds; mesurée directement, elle s'est trouvée de 232, 74 mètres; ce qui donne 263, 6 millimètres pour la longueur du pied, ou 527, 2 millimètres pour celle de la coudée, valeur exactement la même que celle de la coudée d'Éléphantine. Troisième preuve : Ératosthènes a trouvé 700 stades pour la longueur d'un degré terrestre, déduite de la distance de 5000 stades mesurée directement de Syène à Méroë, sur un arc de 7 degrés 8 minutes 34 secondes d'après l'astronome égyptien, et de 7 degrés 4 minutes 14 secondes d'après Nouet, astronome de l'expédition d'Égypte. Partant de l'hypothèse que le stade d'Ératosthènes était formé de 600 pieds ou demi-coudées, on trouve 158, 1 mètres pour la valeur du stade, ce qui donne 110670 mètres pour celle du degré, conformément aux observations modernes.

116. LEHRBUCH DER REINEN MATHEMATIK. — Traité de mathématiques pures; 1re division: arithmétique et algèbre, selon leur action réciproque et leurs lois strictement logiques; par J. de R. In-8° de 1 à x et 96 pages. Munich, 1827.

En rendant compte de la préface, le lecteur nous dispensera de nous arrêter long-temps sur l'ouvrage; dans cette préface, l'auteur prétend que l'addition de termes de même signe est fondée sur une prétendue loi, en contradiction avec la logique; que cette malheureuse addition conduit à des difficultés énormes et à d'inévitables contradictions; il est donc très méritoire, en débarrassant la science mathématique de cette addition, de la ramener à des principes plus intelligibles et plus simples; aussi, dans cette première division, consacrée à l'arithmétique

et à l'algebre, l'auteur va bien plus loin que la théorie ordinaire, puisqu'il enseigne à décomposer une équation de degré quelconque, en ses facteurs simples. Et désormais il ne sera plus question ni de la multiplication des signes, ni des quantités positives, négatives, imaginaires ; ce qui sera un grand soulagement pour les étudians, qui ne pourront trouver difficiles des choses dont on ne leur parlera pas. La géométrie ne restera pas non plus en arrière de cette méthode de simplification ; l'auteur promet un traité sur cette science, où une seule figure suffira pour 35 démonstrations ; ce qui doit contenter les plus grands amateurs d'abréviations. Nonobstant les brillantes promesses de l'auteur, nous avons toutefois voulu lire son ouvrage. Sans nous arrêter à ce qu'on trouve partout, nous nous sommes assurés que l'auteur est parvenu à rendre plus compliquée la résolution des équations du second degré, et à ne rien dire sur les équations des degrés supérieurs. Voici un exemple : Quels sont les 6 facteurs de l'équation $x^6 - 35x^3 - 216 = o$; les voici selon l'auteur :

$$x-2\,;\; x-3\,;\; x\,;\; x\,;\; x\,;\; \left(x+5+\frac{19}{x}+\frac{30}{x^2}+\frac{36}{x^3}\right).$$

Cet exemple dispense d'en donner d'autres.

117. ZUSAMMENSTELLUNG EINIGER VORZUGLICH SCHARFSINNIGER, SCHLAUERDACHTER und subtil durchgeführter Methoden aus der hoehern Analyse. — Assemblage de quelques méthodes de la haute analyse, remarquables par la profondeur, la finesse de l'invention et la subtilité de l'exécution ; de plus un appendice contenant l'esprit du calcul différentiel, intégral et des variations ; dédié aux initiés dans les hauts calculs ; par le comte GEORGES de BUQUOY. In-4° de VIII et 79 pag. ; Leipzig, 1829 ; Breitkopf.

Cet ouvrage, comme son titre développé l'annonce suffisamment, ne contient qu'une énumération des théories et des opérations les plus importantes des hautes mathématiques ; l'auteur se transporte successivement sur toutes les sommités qui dominent le champ de la science, et se contente de les indiquer : quelquefois il enseigne le chemin pour y arriver, mais toujours d'une manière très concise. L'analyse algébrique, le calcul différentiel et intégral sont les seules parties dont s'occupe ici M. de Buquoy. Il renvoie pour la mécanique, à ses précédens ou-

vrages sur cette matière. Dans l'analyse algébrique, on indique comme points fondamentaux 1° la résolution des équations numériques par la méthode des substitutions; 2° le moyen de faire disparaître à volonté un terme quelconque d'une équation; 3° la décomposition d'une fonction rationnelle en facteurs; 4° la recherche du terme général des séries récurrentes; 5° la décompotion des fractions rationnelles; 6° le développement en séries de a^x, $\cos x$; 7° les facteurs de $x^m + a^m$; 8° sommation des suites; 9° valeur approchée de la plus petite racine d'une équation quelconque $1 - az - bz^2 \ldots = o$; 10° équation générale des lignes du 2ᵉ ordre $y^2 = ax^2 + bx + c$ d'où l'on déduit toutes les propriétés des sections coniques; cette considération doit diminuer le regret que M. de B. exprime sur ce que les modernes ont abandonné la méthode géométrique des anciens; 11° calcul des fonctions. Ici l'auteur paie un tribut d'admiration à l'illustre auteur de la théorie des fonctions analytiques, ouvrage qui a fait ressortir, d'une manière claire et frappante, le véritable sens du théorème de Taylor, que Soldner a naguères généralisé. Voici en quoi consiste le théorème du géomètre de Munich. Soit $y = f(x)$ et $z = \varphi x$; on aura

$$F(x + y) = Fx + fz\frac{dFx}{dz} + \frac{(fz)^2}{1.2}\frac{d\left(\frac{dFx}{dz}\right)}{dz} + \ldots\ldots$$

Les différentiations s'opèrent en regardant dx comme constant.

M. de B. fait quelques applications de cette formule, et traite aussi des fonctions inverses qu'on obtient en multipliant une fonction donnée de x par dx; intégrant et répétant cette opération indéfiniment, on obtient les termes qui, dans le théorème de Taylor, peuvent être considérés comme *précédant* le premier. Ces méthodes tirées du calcul différentiel sont suivies d'une collection d'intégrales. Il n'y est pas question d'intégrales déterminées ou euleriennes. Dans l'appendice, relatif à l'esprit du calcul différentiel, l'auteur adopte les idées d'Euler et considère les équations différentielles comme établissant des rapports *finis* entre des quantités *nulles*. On y dit peu de choses sur la méthode des variations; et d'après l'exposition ordinaire, elle consiste à résoudre des problèmes de maximis et de minimis à l'aide de l'intégration sous le signe, effectuée d'après les identités algorithmiques $d\delta = \delta d$, et $\delta\int = \delta\int$.

Si M. de B. avait indiqué les théorèmes principaux de la théorie des nombres, et ce qui est relatif aux transcendantes elliptiques, le but serait complètement atteint; et en peu de pages, le lecteur aurait passé en revue les branches principales de la haute analyse dans l'état actuel de nos connaissances.

O. TERQUEM.

118. CHRONOLOGISCHER AUSZUG AUS DER GESCHICHTE DER MATHEMATIK. — Extrait chronologique de l'histoire des mathématiques; par le comte de BUQUOY, docteur en philosophie et membre de plusieurs sociétés savantes. 1[e] partie, depuis les temps les plus reculés jusqu'à Euler. Br. in-8° de 46 pag., avec 2 pl. Leipzig, 1829; Breitkopf et Haertel.

L'auteur divise le temps qu'il embrasse en plusieurs époques; première époque : état des mathématiques jusqu'à la destruction de l'école d'Alexandrie. 2[e] époque, état des mathématiques depuis leur rétablissement chez les Arabes jusqu'à la fin du 15[e] siècle. 3[e] époque, progrès des mathématiques depuis la fin du 15[e] siècle. 4[e] époque, progrès des mathématiques depuis la découverte de l'analyse infinitésimale jusqu'à Euler.

Chaque époque se subdivise en plusieurs chapitres; nous allons donner quelques exemples de la manière de l'auteur.

Il partage les mathématiques comme il suit: mathématiques pures; mathématiques appliquées ou sciences physico-mathématiques. Les mathématiques pures comprennent l'arithmétique, la géométrie, l'analyse et la géométrie appliquée. Les sciences physico-mathématiques sont: la dynamique, l'hydrodynamique, l'astronomie, l'optique et l'acoustique.

Voici quelques dates. En Grèce, les mathématiques commencent avec Thalès (640 ans avant l'ère vulgaire.) Pythagore (590 ans avant l'ère vulgaire) se rend célèbre.

Diophante invente l'analyse indéterminée (350 ans avant J. C.) En Égypte, la géométrie prend son origine. Le roi Sésostris en est le protecteur mille ans avant J. C. Thalès (640 ans avant J. C.) mesure la hauteur des pyramides par la longueur de l'ombre. Pythagore (580 ans avant J. C.) trouve l'égalité entre le carré de l'hypothénuse et la somme des carrés des deux autres côtés du triangle rectangle.

La lunule d'Hypocrate de Chios (450 ans avant J.C.). Dupli-

cation du cube, à l'occasion de la peste d'Athènes. Trisection de l'angle, objet de recherche dans l'école de Platon. Conchoïde de Nicomède et Quadratrice de Dinostrate (200 à 180 ans après J. C.). Pappus (450 ans après J.C.) et Dioclès se font connaître par l'application de la cissoïde. Archimède, (250 ans avant J. C.) découvre le rapport de la circonférence au diamètre. Ménélaus (55 ans avant J. C.) donne quelques essais de trigonométrie sphérique.

2ᵉ époque, destruction du muséum d'Alexandrie (638 ans après J. C.) Incendie de la bibliothèque par le calife Omar. 120 ans après la mort de Mahomet, les mathématiques commencent à fleurir chez les Arabes. 3ᵉ époque, progrès de l'analyse. Cardan, Raphael Bombelli, Maurolicus, Viete, Neper, Briggs, Hariot, Descartes, Pascal, Fermat, Wallis etc., se distinguent dans l'analyse.

4ᵉ époque, Leibnitz découvre le calcul infinitésimal. Ouvrages de Newton, savoir : Principia mathematica, etc.

Il faudrait traduire en entier cet opuscule pour en avoir une juste idée. B...Y.

ASTRONOMIE.

119. Description d'un collimateur flottant vertical, et son application dans les observations astronomiques; par M. Kater. (*Philosoph. Transact.*; 1828, p. 257.)

On a fait connaître (*Bulletin*, Tom. IV, nº 250) le collimateur flottant horizontal du capitaine Kater. Cet instrument a été employé avec avantage par MM. Brinkley et Robinson. Néanmoins, M. Kater pense qu'il est sujet à une cause d'erreur assez grave, provenant des petites bulles d'air que le collimateur peut conserver à sa surface inférieure qui plonge dans le mercure, quand on vient à le retourner. Il propose en conséquence d'y substituer un collimateur vertical, dont il avait déjà dit un mot à la fin de son premier mémoire cité, mais qui n'avait point encore été construit.

On doit se figurer une petite table de bois de 14 pouces de côté, au centre de laquelle on a percé un trou de 4 pouces de diamètre, qui reçoit une bande circulaire de fer, s'élevant d'un

pouce à un pouce et demi au-dessus de la table. A 5 pouces du centre de cet anneau, et à égales distances l'une de l'autre, se trouvent trois petites poulies de laiton qui jouent dans l'épaisseur de la table, et qui en s'élevant un peu au-dessus, faciliteront le jeu circulaire de la seconde partie de l'appareil.

Cette partie est formée de deux bandes circulaires, concentriques, l'une de 4 pouces et l'autre d'un pied de diamètre, ayant toutes deux 2, 4 pouces de hauteur, et étant fixées sur la même base ou anneau plat de 8 pouces de largeur, de manière à former comme une auge circulaire qui peut tourner par sa base sur les poulies précédentes, autour du cercle de fer fixé à la table. Cette auge est en fer coulé, et est munie d'une petite tige extérieure servant à l'arrêter successivement en deux points de repère, éloignés l'un de l'autre de 180° et fixés à la table.

On verse du mercure dans l'auge, et on y place un flotteur annulaire en fer, de 10,6 pouces de diamètre extérieur, sur 5,7 pouces de diamètre intérieur, et un pouce d'épaisseur. A moitié de cette épaisseur et sur un même diamètre, se trouvent deux petites tiges extérieures, cylindriques, qui doivent arrêter le flotteur dans une position azimuthale déterminée, au moyen de deux repères placés en conséquence.

Au-dessus de ce flotteur s'élèvent deux montans en fer de $\frac{1}{2}$ pouce de largeur sur $\frac{1}{4}$ pouce d'épaisseur, qui aboutissent à une traverse horizontale, au milieu de laquelle est un tube vertical de laiton, de 3 ou 4 pouces de longueur, destiné à recevoir le télescope. Celui-ci est donc placé dans la verticale du trou de la table, moitié en-dessus, moitié en-dessous. Les têtes des vis qui réunissent les montans au flotteur, sont très-longues, afin qu'on puisse y ajouter des rondelles percées, capables d'ajuster ce flotteur. Ces vis, avec les petites tiges du flotteur, partagent la circonférence de ce dernier en quatre parties égales, tellement que lorsque l'appareil est tout disposé, les montans sont dans le méridien et les tiges du flotteur dans la direction Est-Ouest. Enfin, deux nouvelles tiges cylindriques, égales aux têtes des vis des montans, sont placées sur la face supérieure du flotteur, dans des positions correspondantes à celles des premières tiges situées horizontalement sur le côté du flotteur. Ces nouvelles tiges reçoivent aussi des places annullaires, de telle sorte que le flotteur peut être équilibré ou ajusté par quatre systèmes de poids équidistans entr'eux.

Le télescope est achromatisé; son objectif a 8 pouces de foyer, un pouce et quart d'ouverture, et porté par un tube qui peut être fixé dans celui de l'oculaire, au moyen de deux vis latérales. Au foyer pourraient se trouver deux fils croisés; mais la difficulté de les voir, lorsqu'ils sont très-fins, a dû faire recourir au moyen suivant proposé par Wollaston. On rend d'une épaisseur bien égale, une plaque rectangulaire de laiton, d'un vingtième de pouce d'épaisseur. On la coupe en deux, et on colle les deux moitiés l'une sur l'autre. Puis, sur l'un des côtés communs, on taille, avec beaucoup de précision, un angle saillant d'environ 135°. On sépare ensuite les deux moitiés, et on les oppose du côté de leur angle obtus, pointe contre pointe. On les colle ainsi sur un disque de verre, de telle manière que les pointes soient au centre du disque, et que les quatre côtés des deux angles ne forment plus que deux lignes droites, qui comprennent deux espaces angulaires vides, opposés par le sommet et d'une ouverture d'environ 45°. Pour assurer cette position, les deux moitiés de la plaque peuvent glisser par un de leurs côtés non opposés aux pointes, contre une bande droite métallique préalablement collée au disque. Celui-ci est garni d'un anneau métallique contre lequel appuient quatre vis de rappel, qui permettent d'amener cette espèce de diaphragme en une position convenable, dans le télescope, que l'on ferme ensuite par une plaque de verre.

On dispose, enfin, au-dessus du télescope, un diaphragme en fer, percé d'un trou dont le diamètre soit un peu moindre que l'ouverture du télescope. Ce diaphragme est à charnière, et peut se rabattre sur une ouverture circulaire de la grandeur du trou de la table, placée à la hauteur du télescope, au milieu d'une traverse horizontale, qui repose sur deux montans verticaux fixés à la table. La lumière arrive dans le télescope par le haut, après avoir été réfléchie au moyen d'un miroir placé au-dessus de l'ouverture du diaphragme.

Deux poutres sont alors fixées horizontalement aux murs de l'observatoire, dans la direction du méridien, à l'ouverture du toit, et à une distance réciproque telle que les pieds de la table du collimateur puissent passer entre, et la table elle-même reposer sur les poutres. On peut ainsi faire avancer et reculer cette table, sans qu'elle sorte du méridien; et, pour rendre ce

mouvement plus aisé, quatre poulies sont fixées à la table et roulent sur les faces supérieures des poutres garnies de plaques de fer.

Le collimateur étant ainsi placé au sommet de la chambre, pour l'ajuster on met en dessous un télescope newtonien, de 6 pouces et $\frac{1}{4}$ d'ouverture, de 40 pouces de foyer, grossissant 99 fois, et muni d'un micromètre à fils d'araignée, dont chaque division vaut une demi-seconde. Ce télescope est placé verticalement, et arrêté dans une position telle que la verticale du collimateur passe par le miroir du télescope.

Tout étant disposé, et le diaphragme du télescope du collimateur étant suffisamment éclairé par la lumière d'une lampe, concentrée au moyen d'une lentille, on amène ce diaphragme dans le champ du télescope inférieur, et de telle manière que le fil mobile du micromètre coupe toujours en deux parties égales l'angle formé par les deux pointes du diaphragme du collimateur, quand on fait faire à celui-ci un demi tour, soit à droite, soit à gauche. Ceci exige beaucoup de tâtonnemens, dans le détail desquels nous ne pouvons entrer; il nous suffit de dire que c'est en chargeant le collimateur, aux quatre tiges qu'il présente, et en tournant son télescope dans le tube où il pénètre, qu'on arrive à ce résultat définitif.

Cependant l'axe du télescope du collimateur n'est point encore dans la verticale. Pour connaître l'angle qu'il forme avec cette direction, on observe le diaphragme du collimateur en deux positions contraires, ce que l'on obtient en faisant faire au collimateur un demi tour sur ses roulettes. Chacune de ces observations est double, si l'on coupe successivement les deux angles du diaphragme en deux parties égales, par le fil mobile du micromètre. La demi-différence entre ces deux observations doubles, est précisément l'angle cherché. L'exactitude de cette méthode exige donc que l'axe du collimateur reste également incliné sur la verticale, pendant que l'on fait ces deux observations successives; mais ensuite il peut sans inconvénient éprouver de notables changemens, par les dilatations inégales de l'appareil. Le temps qui s'écoule pendant que l'on fait les deux observations, est, terme moyen, de deux minutes. Si l'on répète encore une fois ces deux observations, en ordre inverse, les erreurs commises sur les deux déterminations du

zénith seront sensiblement égales et de signes contraires; en-sorte que, si l'on peut affirmer que les dérangemens du collimateur ont été graduels durant 5 minutes, il ne restera plus, sur la détermination moyenne du zénith, d'autres erreurs que celles des observations elles-mêmes.

MM. Kater, Herschel, Baily, Colby, South et Sabine, ont essayé tour-à-tour cet instrument, et les erreurs sur les moyennes obtenues par chacun de ces observateurs, ont été les suivantes; sur 60 déterminations du zénith, 25 ont été erronées de zéro à un dixième de seconde, 12 l'ont été de 1 à 2 dixièmes de secondes, 10 de 2 à 3 dixièmes, 8 de 3 à 4, 3 de 4 à 5, et 2 de 5, 1 dixièmes. La plupart de ces erreurs, déjà si petites, sont dues au peu de grossissement des deux télescopes, car leur ensemble ne donne qu'un grossissement de 125.

Le flotteur a 10,6 pouces de diamètre; mais l'auteur en a fait construire, pour M. Foster, un autre qui n'a que 5 pouces de diamètre, et dont le télescope a environ 5 pouces de longueur seulement. Néanmoins, examiné par MM. Kater, Foster et Harvey, sur 28 déterminations du zénith, 6 ont été en erreur sur les moyennes de zéro à 1 dixième de seconde, 8 de 1 à 2 dixièmes, 5 de 2 à 3, 3 de 3 à 4, 2 de 4 à 5, et 4 au-dessus de 5 dixièmes.

L'auteur a appliqué son collimateur flottant vertical à la détermination de la latitude de York-Gates, l'une des stations de la triangulation anglaise, près de Greenwich; il l'avait déjà obtenue par le collimateur flottant horizontal, et il a retrouvé la même valeur, à moins de deux dixièmes de seconde près.

Voici la conséquence qu'il tire de toutes ses observations :

« Si le but de ce mémoire est atteint, j'aurai démontré que le collimateur vertical flottant est un instrument capable de conduire à la détermination du zénith avec une précision jusqu'ici inconnue; qu'il peut servir à prendre la hauteur méridienne d'un astre, ou sa distance zénithale, non seulement en une soirée, mais même dans l'intervalle de quelques minutes, et cela, sans qu'il soit besoin de retourner le cercle en azymuth. Ces avantages, reconnus par des astronomes très-habiles, ne peuvent se retrouver dans aucun autre mode d'observation. Si on y ajoute la promptitude avec laquelle on peut construire un collimateur flottant, la facilité qu'il présente dans son emploi,

et l'application qu'on en peut faire à tous les cercles astronomiques, de grandes ou de petites dimensions, il deviendra probable que le niveau et le fil-à-plomb ne peuvent guère tarder à être mis de côté, dans les observations astronomiques. » S.

120. EXPÉRIENCES FAITES POUR ARRIVER A LA CONSTRUCTION D'UN TÉLESCOPE A RÉFRACTION DE 7,8 POUCES D'OUVERTURE, AVEC UNE LENTILLE FLUIDE CONCAVE; par M. BARLOW. (*Ibid.*; 1829, p. 33.)

M. Barlow a exécuté le grand télescope qu'il s'était proposé de construire (*Bulletin*, Tom. XII, n° 13). Son ouverture est de 7,8 pouces, c'est-à-dire d'environ un pouce plus grande qu'aucun des télescopes à réfraction qui existent en Angleterre. Son tube est de 11 pieds, et de 12 pieds en y comprenant le tube de l'oculaire; mais d'après les principes exposés précédemment par l'auteur (*Transact. philosoph.*; 1828, n° 7, et *Bulletin*, Tom. X, n° 95), le foyer effectif de ce télescope est de 18 pieds. Il a un grossissement de 700. Il est monté sur un pied vertical, au moyen duquel on le place aisément dans un azimuth et une inclinaison quelconque. Pour rendre ce pied plus ferme, on lui a donné de fortes dimensions; il pèse environ 400 livres, et le télescope 130 livres. Néanmoins, on peut mouvoir cette masse avec la plus grande facilité; tellement que pour suivre une étoile dans son mouvement, il suffit d'appuyer presqu'aussi légèrement que sur les touches d'un piano-forte. Le télescope est placé dans un observatoire en charpente circulaire, de 16 pieds de diamètre, qui s'alonge en cône à partir de 9 pieds au-dessus du sol, et qui peut tourner en azimuth par un effort de 10 ou 12 livres.

Après beaucoup d'essais, M. Barlow a trouvé, comme M. Gilbert, que la lentille concave liquide devait être placée derrière la lentille convexe de verre, à un peu plus que la moitié de la distance focale de celui-ci, pour que les deux spectres de ces lentilles s'entredétruisent le mieux possible, et qu'il en résulte un bon système achromatique. M. Barlow a choisi une lentille de verre ayant 78 pouces de foyer, et une lentille fluide de 59,8 pouces; celle-ci, placée à 40 pouces de la première, donnait un foyer de 104 : total 144 pouces ou 12 pieds pour la distance focale effective, laquelle équivaut à un foyer de 18

pieds. Les verres d'égale épaisseur, entre lesquels est placé le liquide pour former la lentille bi-concave, ont, l'un 30 pouces, et l'autre 144 pouces de courbure, celui-ci étant du côté de l'oculaire. Quant aux faces de la lentille convexe de verre, elles ont, l'une 56,4 pouces, et l'autre 144 pouces de courbure. Le tube est composé de trois pièces, chacune de 3 pieds 8 pouces de longueur, sur une étendue totale de 11 pieds; le tube de l'oculaire a un pied de long. Les deux premiers tubes sont fortement réunis ensemble, et le troisième y entre à vis et porte un tube plus petit qui pénètre dans les premiers; ce petit tube a 3 pieds 6 pouces de long, sur 5 pouces de diamètre; il porte la lentille fluide, et glisse dans deux colliers intérieurs.

« Quant à la manière de renfermer le liquide, ajoute M. Barlow, voici, après plusieurs essais, celui auquel je donne la préférence. Quand on a déterminé par tâtonnement la meilleure distance à laquelle on doit placer les deux verres enveloppes, on ajuste leurs bords dans un anneau commun, parfaitement travaillé, puis on élève leur température au delà du point que ne dépassera jamais le télescope. Quelques momens après, on remplit complètement l'intervalle qu'ils comprennent avec le liquide porté à la même température; immédiatement après, on ferme l'ouverture, et on laisse refroidir. Le fluide condensé dans l'intérieur laisse une place vide ou plutôt remplie de vapeur; la pression atmosphérique extérieure étant plus forte, maintient le contact intime des pièces de l'appareil, dont les bords circulaires sont scellés par du serum de sang humain; je pense que de la bonne colle de poisson, recouverte d'une mince feuille métallique, pourrait également servir. Alors j'ai lieu de croire qu'une lentille ainsi formée est aussi durable qu'une lentille de verre massif. »

Les observations faites avec ce grand télescope sur les étoiles doubles ont fait voir que son principal mérite n'est pas tant de séparer ces étoiles, que de rendre visibles les astres les plus minimes. Quant aux planètes, Vénus a paru d'une belle couleur blanche, bien terminée, avec un grossissement de 120; mais son disque présente quelque couleur à un grossissement de 360. Au premier grossissement, Saturne et son double anneau sont parfaitement terminés, et ils le sont encore bien au second grossissement. La Lune est d'une beauté admirable; ses bords et

ses taches sont bien marqués, et l'on y distingue les plus petits accidens. S.

121. Manière de comparer la lumière du soleil avec celle des étoiles fixes; par M. Wollaston. (*Ibid.*, page 19).

John Michel a publié dans les Transactions philosophiques (1767, p. 234), un mémoire dans lequel il apprécie les rapports des lumières des étoiles fixes. M. Wollaston cherche dans ce nouveau mémoire à comparer la lumière des étoiles fixes avec celle du soleil. Déjà en 1799 il avait comparé la lumière du soleil avec celle de la lune, et il avait trouvé que la première est environ un million de fois plus forte que la seconde. Dans son mémoire actuel il fait connaître les détails de cette expérience. Il laissait pénétrer dans une chambre obscure un rayon de la lumière solaire, à travers un petit trou pratiqué dans une plaque métallique, et plaçait dans ce faisceau lumineux un cylindre portant ombre sur un écran. Un cylindre égal était placé à la même distance de l'écran, où il portait ombre dans la lumière d'une chandelle. Celle-ci était placée de telle manière que les deux ombres fussent d'égale intensité. On comparait de même la lumière de la chandelle à celle de la lune, et en tenant compte des distances des deux astres, on trouvait que la lumière du soleil équivaut à celle de 5563 chandelles placées à 12 pouces de distance, et que la lumière d'une seule de ces chandelles, placée à 12 pieds, équivaut à 144 lunes : d'où l'on conclut que la lumière solaire est 801072 fois plus intense que celle de la lune.

Depuis, M. Wollaston avait trouvé une autre manière de faire ces comparaisons. Une boule thermométrique, d'un quart de pouce de diamètre, étant remplie de mercure, l'image du soleil qu'elle réfléchit, quand on l'observe à une certaine distance à travers un télescope, est absolument semblable à une étoile fixe que l'on verrait directement. On prend alors, pour terme de comparaison, l'image d'une chandelle réfléchie par cette boule, et vue d'un seul œil, à travers une lentille de deux pouces de foyer, en même temps que l'on regarde, avec l'autre œil et à travers le télescope, d'abord l'image du soleil réfléchie par une seconde boule placée à distance, puis l'étoile qu'on veut lui comparer; et afin de rendre pareilles les lumières des deux objets, on met des verres jaunes devant les oculaires des téles-

copes, et l'on compare les lumières du soleil et de l'étoile, chacune avec deux espèces de chandelles, l'une de suif et l'autre de cire, afin de prendre une moyenne entre les deux résultats.

Voici maintenant comment l'auteur établit la formule qui doit servir à calculer ses observations : Soit B le diamètre de la boule qui réfléchit l'image du soleil, et D la distance de cette boule à l'œil de l'observateur; il est clair que le diamètre du soleil sera au diamètre de son image, comme 1 est à $\frac{B}{4D}$, et leurs surfaces comme les carrés de ces diamètres. Si, ensuite, on désigne par b le diamètre de la boule qui donne l'image de la chandelle, et par l la distance de cette boule à l'œil, quand on fait la comparaison avec le soleil, en éloignant la chandelle de la distance d de la boule; si, enfin, on désigne par β le diamètre de la boule qui donne l'image de la chandelle, et par λ la distance de cette boule à l'œil, quand on fait la comparaison avec l'étoile, en éloignant la chandelle à la distance δ de la boule : les dimensions des images de la chandelle, dans ces deux cas, seront entr'elles directement comme les diamètres b et β des boules, et inversement comme les distances l et λ, d et δ, c'est à-dire comme les quantités $\frac{b}{dl}$ et $\frac{\beta}{\delta\lambda}$. Par conséquent, lorsqu'il y a égalité entre l'étoile vue directement et l'image du soleil réfléchie sur la boule B, le diamètre du soleil est au diamètre de son image comme l'unité est à

$$\frac{B}{4D} \times \frac{dl}{b} \times \frac{\beta}{\delta\lambda} \quad \text{ou} \quad \frac{B\,d\,\lambda\,b}{4D\,\delta\,l\,\beta},$$

et leurs surfaces comme les carrés de ces diamètres.

L'auteur ayant fait sept comparaisons du soleil et de la chandelle, puis sept observations de celle-ci avec Sirius, il a combiné chacune de ces observations avec toutes les autres, et prenant la moyenne des 49 résultats, il a trouvé que la lumière du soleil est 11 839 533 000 fois celle de Sirius. En admettant que la réflexion fasse perdre à la lumière solaire la moitié de son intensité, on en conclura que la lumière du soleil est environ 20 000 000 000 fois celle de Sirius. Par conséquent, si l'on voulait que le soleil ne nous envoyât pas plus de lumière que Sirius, il faudrait l'éloigner à une distance 100 000 $\sqrt{2}$ plus grande que celle à laquelle il se trouve actuellement. En admettant ensuite que la parallaxe annuelle de Sirius soit d'une demi-

seconde, cette étoile serait 525 481 fois plus éloignée que le soleil; et placée à la même distance que ce dernier, il offrirait un diamètre 3,7 fois plus grand, et une lumière 13,8 fois plus intense.

L'auteur n'a fait qu'une observation sur Véga, d'où il suit que la lumiere de cette étoile n'est que la 180 000 000 000ᵉ partie de celle du soleil, environ la 9ᵉ partie de celle de Sirius.

122. Détermination de la latitude et de la longitude de l'observatoire de Calton-Hill; par M. Galbraith. (*Philosoph. Magaz.*; avril 1829, p. 257.)

L'auteur a rattaché l'observatoire de Calton-Hill à d'autres points de la grande triangulation de l'Angleterre, par la mesure directe des angles des triangles que forment ces diverses stations, et par le calcul de ces triangles d'après les principes ordinaires de la trigonométrie sphérique. La moyenne de trois résultats est 3° 9′ 51″,2 pour la longitude Ouest de Calton-Hill, et de 55° 57′ 27″,4 pour la latitude Nord, ou même de 55° 57′ 21″ quand on tient compte de l'aplatissement de la terre. Cependant cette latitude est réellement de 1′ 19″ moindre que celle du fort de Leith, laquelle est de 55° 58′ 41″ suivant le capitaine Kater, et de 55° 58′ 37″ suivant M. Biot: moyenne, 55° 58′ 39″; ce qui donnerait 55° 57′ 20″ pour la latitude de Calton-Hill. Comme c'est aussi la valeur à très-peu près que l'on obtient par l'observation directe de la hauteur du pôle, l'auteur en conclut que la latitude de son observatoire, basée sur la triangulation de l'Angleterre, surpasse de 1″ la véritable valeur de cet élément déterminée de deux manières différentes. Ce serait donc, si l'on pouvait s'en fier aux assertions de l'auteur, une preuve nouvelle du peu d'exactitude que les astronomes anglais auraient apportée au levé trigonométrique de leur pays.

123. Sur la méthode de déduire la différence de longitude entre deux stations dont les latitudes et les azimuths sont donnés; par M. Ivory. (*Ibid.*; janv. 1829, p. 24; et février, p. 106.)

C'est une suite et une application, à la triangulation d'Angleterre, des formules que l'auteur a établies dans un article

du numéro précédent du journal anglais. Dans son second article, l'auteur étend ses formules au cas d'un ellipsoïde quelconque.

124. Sur les longitudes de la triangulation d'Angleterre; par M. Tiarks. (*Ibid.*; janv. 1829, p. 52.)

L'auteur corrige ici une erreur qu'il avait commise dans un précédent article, en réponse à ceux de M. Ivory, sur la triangulation d'Angleterre. (*Philosoph. Magaz.*; juill. 1828, p. 10; et oct. 1828, p. 244.)

125. Nouveau système du monde; par M. Demonville. In-8° de 24 pages, et 1 planche. Paris, 1830; Demonville et Bacquenois.

L'auteur de cette brochure, n'ayant aucune notion de mécanique, n'a pu offrir que des idées grotesques sur le système du monde.

PHYSIQUE.

126. Mémoire sur la figure de la terre; par M. Biot. (*Mémoir. de l'Acad. des Scienc.*, Tom. VIII, p. 1.)

M. Biot rappelle d'abord les trois méthodes employées jusqu'ici pour déterminer l'aplatissement de la terre; la première consiste à mesurer directement la longueur des degrés du méridien; la seconde, imaginée par Laplace, est fondée sur les anomalies des mouvemens lunaires, dues à l'ellipticité de la terre; et la troisième consiste dans l'observation des longueurs du pendule simple, calculées par la formule de Clairaut. Les deux premières méthodes ont fourni à très-peu près le même résultat; mais l'aplatissement déduit de l'observation du pendule, en diffère notablement. Ce fut dans le dessein de réunir de nouvelles données de ce grand problème, que l'auteur partit, vers la fin de 1824, avec son fils, pour l'Italie et l'Espagne. Il avait d'abord pour but principal de compléter les mesures du pendule sur le grrnd arc de parallèle qui s'étend aujourd'ui de Bordeaux à Fiume, et que l'on peut espérer de

voir, dans quelques années, se prolonger jusqu'à la mer Noire. M. Biot se proposait ensuite d'aller faire les mêmes expériences à Lipari, au milieu des volcans les plus actifs de l'Italie; puis il devait repasser par l'Espagne pour aller les répéter à Formentera, extrémité australe de la méridienne de Paris. Enfin, il devait compléter son voyage par la mesure du pendule à Barcelone. Voici le résultat de toutes ces nouvelles observations. Quant aux anciennes, on les trouvera au *Bulletin*, tom. VIII, p. 32.

STATIONS.	LATITUDE BORÉALE.	HAUTEUR de la STATION.	LONGUEURS DU PENDULE	
			à la station.	au niveau de la mer.
		m.	mm.	mm.
Milan........	45° 28' 01''.	158,08....	993,600800..	993,547642
Padoue.... ..	45 24 03..	30,67.....	993,597710..	993,607294
Fiume.......	45 19 00..	64,80	993,563844..	993,584075
Barcelone....	41 23 15..	4,10.....	993,230852..	993,2321312
Formentera...	38 39 56..	202,90.....	993,006385..	993,0696597
Lipari.......	38 28 37..	9,00	993,076357..	993,0791638

M. Biot avait déjà fait l'observation du pendule à Formentera; il l'avait trouvée de 992^mm^, 91276, à la même station où plus tard il la reconnut de 993^mm^, 006385, c'est-à-dire plus grande de près d'un dixième de millimètre. Or, si l'on ne peut guère compter sur la seconde décimale après les millimètres, à quoi servait de pousser l'exactitude jusqu'à la 5e et même jusqu'à la 6e décimale?

M. Biot rappelle ensuite les observations du pendule faites par le capitaine Kater dans la Grande-Bretagne. La distribution de ces deux séries d'observations sur les divers points d'un même méridien et d'un même parallèle qui se coupent, les rend particulièrement propres à faire bien connaître les variations de la pesanteur sur cette portion du sphéroïde terrestre; « et même, ajoute M. Biot, une telle distribution est absolument indispensable pour que l'on puisse déterminer les lois de ces variations avec certitude, en démêlant, dans la continuité des résultats, ce qui dépend des causes générales, et ce qui peut être attribué à des anomalies accidentelles ou aux erreurs des expériences. Les observateurs qui ont jusqu'ici présenté leurs propres mesures du pendule, ou qui les ont réunies en général

avec les expériences déjà connues, les ont traitées comme des résultats qui seraient également probables, et uniquement susceptibles d'erreurs fortuites; car il les ont fondues ensemble par la méthode des moindres carrés, en les assujettissant à la loi de variation proportionnelle au carré du sinus de la latitude, dans la vue d'obtenir, avec les moindres écarts possibles, les deux constantes propres à cette loi, et d'en conclure ensuité l'aplatissement elliptique par le théorème de Clairaut. Mais ce mode général de fusion et d'agglomération me semble ici l'inverse de la marche que l'on aurait dû suivre; car, au lieu d'atténuer les écarts de la loi du carré des sinus, écarts qui pouvaient être l'expression de phénomènes réels, il fallait au contraire les mettre le plus possible en évidence pour éprouver la loi elle-même, et reconnaître dans la succession des résultats, les altérations qui pourraient décéler des causes puissantes et étendues d'attraction. Or, que de telles causes existent en effet, et modifient considérablement les relations qui devraient avoir lieu dans l'état elliptique, c'est, je crois, ce dont on ne pourra douter après la discussion suivante. »

En combinant ses propres observations avec celles du capitaine Kater, afin de déterminer la forme de l'arc méridien qui s'étend de Unst à Formentera, M. Biot trouve que les constantes a et b de la formule de Clairaut, $l=a+b\sin^2 L$, où L indique la latitude et l la longueur du pendule, sont sensiblement égales pour Unst, Leith, Londres et Dunkerque, mais que b diminue beaucoup, tandis que a augmente pour Clermont, Barcelonne et Formentera. L'observation de M. Duperrey, faite à Toulon, confirme ces anomalies. Les observations du capitaine Sabine au Spitzberg et à Drontheim, combinées avec celles de Padoue et de Lipari, conduisent à de pareilles divergences.

Les observations du pendule faites sur le parallèle qui passe dans les environs de Bordeaux, de Figeac, de Clermont, de Milan, de Padoue et de Fiume, présentent des anomalies semblables. Enfin, ces anomalies sont le plus considérables dans le voisinage de l'équateur. La discussion de toutes les observations mène M. Biot aux résultats suivans :

	PENDULE.	DIFFÉRENCES 1^{es}	DOUBLE DIFFÉRENCE 2e.
	mm.		
Au pôle...........	996,188963......	2,668612........	
A la latitude de 45°..	993,520351.......		0,350552.
A l'équateur........	991,027015......	2,493336........	

Mais, d'après la formule de Clairaut, on aurait

	PENDULE.	DIFFÉRENCES 1es	DIFFÉRENCE 2e.
Au pôle...........	$l = a + b$......	$\frac{1}{2}\ b$.............	
A la latitude de 45°..	$l = a + \frac{1}{2}\ b$....		0.
A l'équateur........	$l = a$..........	$\frac{1}{2}\ b$.............	

Il suit de là, ajoute l'auteur, qu'un observateur qui veut calculer l'aplatissement de la terre d'après les mesures du pendule, dans l'hypothèse elliptique, à l'aide du théorème de Clairaut, doit trouver des résultats fort différens les uns des autres, selon la portion d'hémisphère où dominent les observations qu'il emploie. Car, par exemple, s'il combine le pendule équatorial donné immédiatement par les expériences, avec la valeur de la constante, donnée par les observations intermédiaires entre le 45e degré et le pôle, ou entre le 45e degré et l'équateur, ou enfin dans toute l'étendue de l'hémisphère boréal, il obtiendra les trois valeurs rassemblées dans le tableau suivant:

	VALEUR DE b.	APLATISSEMENT.
	mm.	ième.
De 90° à 45°.........	5,337224.................	un 306,33
De 45° à 0°..........	4,986672.................	un 276,38
De 90° à 0°.........	5,161948.................	un 290,59

Le premier de ces aplatissemens s'accorde avec celui qui est donné par les observations lunaires; le second s'accorde avec celui que M. Freycinet a trouvé d'après les observations équatoriales; et le troisième est à-peu-près celui que M. Sabine a obtenu en combinant toutes ses observations depuis l'équateur jusqu'au Spitzberg. S.

187. OBSERVATION DU PENDULE, faite au cap de Bonne-Espérance; par M. FALLOWS. (*Philosoph. Transact.*, 1830, p. 153).

On sait que le général Brisbane a établi un observatoire à Paramatta, dans la Nouvelle-Hollande. Cet observatoire est le premier que l'on ait élevé dans l'hémisphère du Sud, au moins d'une manière permanente; la direction en est confiée à M. Dunlop. Depuis, le gouvernement anglais a fait ériger des observatoires au cap de Bonne-Espérance, sous la direction de M. Fallows, et à l'île Ste.-Hélène, sous la direction de M. Johnson.

M. Fallows, secondé par M. Johnson et par le capitaine Ronard, a répété au Cap l'observation du pendule que venait d'y faire M. de Freycinet. Il s'est servi de l'un des pendules invariables que le cap. Sabine avait pris dans son voyage scientifique. Ce pendule, observé d'abord à Londres par le cap. Ronard, à la station du cap. Kater (maison de M. Browne), au mois d'août 1825, faisait 86164,62 vibrations en un jour moyen. Le cap. Sabine avait trouvé, pour le même nombre, 86164,64. Observé au cap de Bonne-Espérance, en novembre et décembre 1828, et janvier 1829, ce pendule fit, dans les mêmes circonstances, les nombres d'oscillations suivans :

Cap. Ronard; moy. de 630 coïncidences........	86097,73
M. Johnson; moy. de 420 coïncidences........	86097,83
M. Fallows; moy. de 1408 coïncidences.......	86097,68
Moyenne générale....................	86097,72.

La hauteur de la station de Londres, au-dessus du niveau de la mer, est de 83 pieds anglais, et la hauteur de la station du Cap est de 34 pieds. La correction des hauteurs est donc de 0,34 vibration pour Londres, et de 0,14 vibration pour le Cap. Ces corrections étant positives; la différence des nombres de vibrations est donc de 67,12 en plus pour la station de Londres, si l'on s'appuie sur l'observation du cap. Sabine.

En partant de ces deux observations de Londres (latitude 51° 31′ 8″4), et du Cap de Bonne-Espérance (latitude approximative 33° 55′ 56″), M. Fallows trouve que l'aplatissement du globe est de $\frac{1}{285,5}$.

Note du rédacteur. La hauteur de la station de Londres, citée

ici par l'auteur, a été d'abord donnée par le capitaine Kater dans les *Transactions philosophiques* pour 1818. Depuis, un nivellement plus exact a porté cette hauteur à 92,5 pieds anglais. C'est d'ailleurs la valeur adoptée par le capitaine Sabine. Cette erreur, que M. Fallows aurait pu éviter, modifie un peu ses dernières conclusions.

Quoiqu'il en soit, si l'on recourt au tableau que nous avons donné dans le *Bulletin*, tom. VII, p. 32, on trouvera pour la longueur du pendule au Cap de Bonne-Espérance, réduite au niveau de la mer, sans tenir compte de l'attraction de la couche :

D'après M. Fallows....................	$992^{mm},5710$
D'après M. de Freycinet...............	992, 5685
Différence........................	0, 0025.

Le cap. Foster fera aussi l'expérience du pendule dans le cours d'un voyage scientifique qui sera terminé en 1832.

Ces deux longueurs de pendule sont corrigées d'après l'ancienne formule de la réduction au vide ; et sont, par conséquent, immédiatement comparables. Depuis que les expériences de M. Bessel ont appris que cette réduction doit être effectivement deux fois plus forte, il deviendra nécessaire de s'expliquer à ce sujet, toutes les fois que l'on fera connaître quelque nouvelle observation de ce genre.

128. Sur les discordances dans les résultats fournis par les méthodes connues de la détermination des longueurs des pendules simples; par M. Francis Baily. (*Philosoph. Magaz.*; févr. 1829, p. 97).

M. Baily a fait construire un pendule à quatre couteaux ou points de suspension A, B, C, D, ainsi disposés en ligne, mais avec cette condition que A et C formât un système réversible, suivant la méthode du cap. Kater, et que le système B et D fût aussi réversible. Or, comme avec trois axes de suspension, on peut obtenir (*Leçons de mécanique analytique* de Prony, tom. 2, p. 340) le centre de gravité du pendule, le moment d'inertie de ce même pendule, et l'intensité de la pesanteur, au moyen du pendule de M. Baily chaque série d'observations donnera quatre solutions, puisqu'on a les quatre combinaisons

ABC, ABD, ACD, BCD. En outre on aura deux longueurs absolues du pendule, égales aux distances AC et BD.

Après avoir fait 8 séries d'observations de 2 heures chacune, sur chacun des couteaux A, B, C, D, et toutes corrections faites, l'auteur trouve pour la longueur du pendule simple qui bat la seconde sexagésimale dans le vide, à la station du cap. Kater :

Par les couteaux A et C......... 39,1386 pouces anglais
Par les couteaux B et D......... 39,1307 ——

Or, le cap. Kater a trouvé 39,13929; c'est à-peu-près la première des valeurs trouvées ci-dessus. Ces valeurs n'étant au reste que des approximations, on ne voit pas comment l'auteur peut en déduire l'inexactitude de la méthode du cap. Kater.

129. Nivellement exécuté a travers l'isthme de Panama, dans le but de déterminer la différence du niveau de l'Océan Atlantique et de la mer du Sud; avec des notices géographiques et topographiques sur cet isthme; par M. J. A. Lloyd (*Ibid.* 1830, p. 59).

En novembre 1827, l'auteur reçut du président Bolivar une commission spéciale pour déterminer, sur l'isthme de Panama, la ligne de jonction des deux mers la plus convenable, soit au moyen d'un canal, soit par un chemin de fer. Arrivé à Panama, en mars 1828, et secondé par un ingénieur suédois qui lui avait été adjoint, il commença par opérer un nivellement général, à travers l'isthme, entre Panama sur l'Océan Pacifique, et l'embouchure de la rivière de Chagres, dans l'Océan Atlantique.

Les instrumens employés à ce nivellement étaient les suivans: un niveau à alcool de 20 pouces, muni de lunettes, etc.; une paire d'excellens signaux munis de verniers, au moyen desquels on pouvait lire les millièmes de pied; des chaînes, un théodolite de 10 pouces, et un excellent cercle destiné à prendre les hauteurs et les azimuths.

L'opération du nivellement commença, le 5 mai 1828, à l'endroit de la baie de Panama, nommé *Playa Prieta*, où l'on mit une large pierre taillée du côté de la mer. On marcha d'abord vers le Nord-Nord-Ouest, dans la direction de Porto-Velo,

jusqu'à la rivière de Chagres ; après quoi l'on suivit le cours de cette rivière jusqu'à son embouchure, au lieu dit *la Bruja*, où l'on termina la ligne de nivellement par un simple pieu, dont la position et l'élévation étaient à la vérité liées à d'autres points voisins plus durables. Les détails de ce nivellement ne sont point insérés dans le mémoire ; ils sont déposés à la bibliothèque de la Société royale de Londres. Mais on trouve annexée au mémoire, une carte topographique de l'isthme, magnifiquement exécutée, la coupe de la ligne de nivellement sur une très-grande échelle, ainsi que les cartes nautiques de la baie de Limon ou de Davy, près de Chagres, et du Hâvre situé à l'embouchure de la rivière de ce nom.

Voici quelques détails sur ce nivellement. De Panama aux bords de la rivière de Chagres, sur une étendue de 22 $\frac{3}{4}$ milles (un mille anglais=5280 pieds anglais=1609,3 mètres), on fit 732 paires de nivellement, c'est-à-dire qu'on choisit un pareil nombre de stations. On avait alors traversé la partie montagneuse de l'isthme, et la station la plus élevée avait été de 633,32 pieds anglais (1 mètre=39,37079 pouces anglais, dont 12 forment le pied). On discontinua l'opération, quand on eut atteint la rivière de Chagres, à cause des pluies continuelles qui tombaient à cette époque ; on était alors au 30 juin 1828.

Le 7 février de l'année suivante, on reprit le nivellement à ce point, élevé de 152,55 pieds au-dessus de la haute-mer à Panama ; et, en descendant le Chagres, on put choisir des stations plus distantes entr'elles, puisqu'il n'y en eut que 203 jusqu'à l'embouchure de la rivière, sur une étendue de 59 $\frac{1}{4}$ milles.

La longueur totale de la ligne de nivellement est donc de 82 milles (131963 mètres, ou environ 29 $\frac{1}{2}$ lieues de 25 au degré) ; et comme elle est divisée en 935 stations, il en résulte que la distance moyenne de deux stations consécutives est de 141 mètres, c'est-à-dire qu'on a 72 mètres pour la distance moyenne du niveau à chacun des deux signaux.

Ce travail était trop pénible pour que l'auteur songeât à le vérifier dans le cours d'une troisième année ; et pour s'en dispenser, il apporta le plus grand soin à faire ses observations. En voici les résultats.

La *haute-mer*, à Panama, est de 13,55 pieds plus élevée que

la *haute-mer*, à Chagres. La moyenne des hauteurs des marées, fut de 21,22 pieds, à Panama, durant le temps des observations que l'on y fit. A Chagres, la moyenne des marées correspondantes ne fut que de 1,16 pied. Par conséquent la *haute-mer*, à Panama, était élevée de 10,61 pieds au-dessus du niveau moyen de l'Océan Pacifique; et la *haute-mer*, à Chagres, n'était élevée que de 0,58 pied au-dessus du niveau moyen de l'Océan Atlantique. Donc enfin :

$$13,55 - 10,61 + 0,58 = 3,52 \text{ pieds}$$

est la hauteur du niveau moyen de l'Océan pacifique *au-dessus* du niveau moyen de l'Océan Atlantique.

« Toutes les personnes, dit l'auteur en terminant cette partie de son mémoire, qui visitent Panama, en arrivant du côté de l'Atlantique, sont tentées de croire que le pays s'élève depuis cette mer jusqu'à celle du Sud. En effet, on éprouve beaucoup de difficulté à remonter la rivière de Chagres, surtout lorsque les eaux en sont gonflées par les pluies; et quand, après quatre ou cinq mortelles journées, il atteint le village de Cruces, le voyageur est persuadé qu'il s'est élevé à une grande hauteur au-dessus de la mer dont il vient de quitter le rivage. Cette impression n'est nullement affaiblie pendant la journée de marche qu'il doit encore faire pour arriver à Panama, car il monte et descend continuellement, en suivant des pentes très-rapides; et lorsqu'il se trouve dans les savannes, à quelques milles de la ville, dont il aperçoit la cathédrale, sa première exclamation est celle-ci « *je croyais que Panama était située au bord de la mer!* » Telle est pourtant la position de cette ville; mais comme la vallée, de laquelle on l'aperçoit d'abord, est de quelques pieds plus basse que l'Océan, la première impression que l'on éprouve fait croire que Panama se trouve bâtie sur une éminence. »

Dans la partie de son mémoire, consacrée à la topographie de l'isthme, l'auteur s'exprime ainsi, à l'occasion de la chaîne de montagnes qui le traverse. « On croit généralement en Europe que la grande chaîne des montagnes qui, dans l'Amérique du Sud, forme la Cordillière des Andes, et dans l'Amérique du Nord, les montagnes du Mexique et de Rocky, se prolonge, presque sans interruption, à travers l'isthme de Panama. Mais cela n'est point : la Cordillière, à son extremité nord, se termine en montagnes isolées, dans la partie orientale de la pro-

vince de Veragua. Ces montagnes sont extrêmement élevées, raides et presque toujours coupées à pic. A celles-ci, succèdent un grand nombre de montagnes coniques, dispersées dans les savannes et dans les plaines, et dont l'élévation excède rarement 300 ou 500 pieds. Enfin, dans le pays compris entre Chagres sur l'Océan Atlantique, et Chorrera sur la mer du Sud, ces montagnes coniques sont moins nombreuses, et comprennent entr'elles de vastes plaines, avec quelques séries de collines isolées et de faibles dimensions; tellement que, cette partie, la plus étroite de l'Amérique, se distingue encore par une interruption momentanée de la grande chaîne qui traverse le continent à peu près dans toute sa longueur. »

L'auteur propose, en conséquence, de remonter avec des bateaux, la rivière de Chagres, depuis son embouchure jusqu'au confluent du Rio-Trinidad, pour passer ensuite sur un chemin de fer qui irait en droiture à Chorrera, au sud de Panama, ou bien au mont Lirio, pour aboutir à cette dernière ville.

Note du rédacteur.—Nous avons fait voir (*Bullet.*, T. VII, n°s 24 et 148), tant par le simple raisonnement, que par la discussion de toutes les observations du pendule, que les inégalités visibles de la terre-ferme produisent à la surface de l'Océan des inégalités très-considérables, dont, jusqu'à présent, on n'avait pas tenu compte. Le niveau réel de la mer près des côtes s'élève au-dessus de son niveau moyen ou elliptique, d'une quantité qui varie avec la configuration et l'étendue des îles et des continens. Mais cet effet ne cesse pas brusquement, et la surface réelle de la mer, quoique très-irrégulière, est une surface *continue;* tellement que si l'on coupait la Terre-Ferme, dans une direction quelconque, par des canaux, l'eau des mers qui y pénétrerait, s'arrangerait en une couche de niveau, mais ne donnerait lieu à aucun courant, si toutefois les mers communiquaient ailleurs librement entre elles.

L'isthme de Panama étant plus élevé du côté de l'Océan Pacifique que du côté de l'Océan Atlantique, il en résulte que le niveau réel de la première de ces mers est plus élevé que le niveau réel de la seconde, au-dessus du niveau elliptique qui est commun à toutes deux, du moins dans le voisinage de l'isthme. Par conséquent, lorsqu'on fera un nivellement à travers cet

isthme, quelles que soient d'ailleurs les tables que l'on emploie pour calculer la courbure de la terre à ce point, on trouvera que le niveau de la mer du Sud est plus élevé que celui de l'Atlantique, et néanmoins en coupant l'isthme, l'eau ne coulerait point de la première à la seconde, abstraction faite des marées.

Que l'on se figure, en effet, la ligne de niveau prolongée de part et d'autre d'une station, jusqu'aux signaux des lieux dont il s'agit de prendre la différence de hauteur. Il faudra réduire les hauteurs apparentes de ces deux derniers points, au niveau *réel* que la mer y prendrait; mais on ne connaît point ce niveau, et on le calcule dans l'hypothèse de la régularité de la surface de la mer, ou d'après son niveau elliptique moyen. Alors il est facile de voir, que le lieu qui correspond au point le plus élevé du niveau réel, étant ramené au niveau moyen, aura une élévation trop considérable, relativement à l'autre point. Donc, à mesure que l'on marchera de la mer du Sud vers l'Océan Atlantique, à travers l'isthme de Panama, l'on passera d'une station sur laquelle on fera une erreur en plus, à une station sur laquelle on fera une erreur en moins, et toutes ces erreurs accumulées donneront la différence de niveau observée par l'auteur de ce mémoire.

Cette différence, toutefois, variera d'après l'éloignement absolu des stations, en supposant que l'exactitude des mesures soit d'ailleurs la même, et qu'on recourre aux mêmes tables de réduction. On peut prouver, en effet, que ces erreurs sont proportionnelles aux carrés des distances; et comme la somme de ces erreurs est en raison inverse de leur nombre, il en résultera que l'erreur finale sera en raison directe de la distance moyenne des stations. Ainsi, l'auteur a obtenu trois pieds et demi pour la différence des niveaux, en prenant 935 stations; il eût trouvé sept pieds pour cette différence de niveau, s'il l'avait déterminée par le moyen de 1870 stations. Il n'eût trouvé que la moitié de son résultat, s'il avait doublé le nombre des stations; le quart, s'il l'avait quadruplé; et rien du tout, s'il les avait extrêmement rapprochées.

On voit ainsi quelle peine inutile on se donne, pour chercher une différence de niveau qui n'existe pas; à quel danger l'on s'exposerait, si l'on basait une entreprise dispendieuse sur

de pareilles mesures; enfin de quels avantages on se priverait, si l'on se fiait à ces résultats mensongers. Au reste cette question demanderait à être traitée d'une manière plus détaillée. SAIGEY.

130. RECHERCHES SUR L'ÉLASTICITÉ DES CORPS QUI CRISTALLISENT RÉGULIÈREMENT; par M. SAVART. (*Memoir. de l'Acad. des sciences*, Tom. IX, p. 405).

Jusqu'ici on n'a pu acquérir de notions précises sur la structure intime des corps que par le clivage et les phénomènes optiques; M. Savart y joint les observations d'élasticité reconnue par les vibrations sonores. Dans un premier paragraphe de son mémoire, il fait connaître les moyens d'exploration qu'il emploie. Si une substance était parfaitement homogène, de telle sorte que son élasticité fût la même en tout sens, taillée en disque circulaire, elle présenterait toujours le même système de divisions nodales, quel que fût le point de sa circonférence par lequel on la ferait vibrer, en supposant toutefois qu'on lui imprimât sans cesse le même mode d'ébranlement. Or, jusqu'à présent, l'auteur n'a pu rencontrer aucune substance dont l'élasticité fût la même en tout sens; tellement que la division nodale d'un disque, par exemple, qui s'effectue suivant deux diamètres perpendiculaires entr'eux, ne peut se présenter que dans une seule position, l'une de ces lignes nodales indiquant le sens de la plus grande élasticité, et l'autre ligne nodale la direction de la plus petite élasticité. En second lieu, si l'on ébranle le disque aux extrémités de ces deux lignes, on lui fera subir un autre mode de division, qui se présente sous l'aspect d'une hyperbole ayant pour second axe la ligne de plus grande élasticité. La fixité invariable de ces deux modes de division est un caractère qui peut servir à reconnaître si une substance est hétérogène sous le rapport de la cohésion ou de l'élasticité, et quelles sont les positions des maximum et minimum.

Le second paragraphe du mémoire est consacré aux expériences faites avec des disques de bois, taillés de diverses manières dans un tronc d'arbre cylindrique. Le bois présente alors trois axes principaux d'élasticité, rectangulaires entr'eux; la plus grande élasticité étant suivant la direction des fibres; la plus petite suivant la tangente aux couches concentriques du bois, perpen-

diculairement à la longueur des fibres; et la moyenne, suivant des normales à ces couches. Voici le résumé de toutes les recherches de l'auteur, tel qu'il l'a donné lui-même.

1° Lorsque l'un des axes d'élasticité se trouve dans le plan de la lame, l'une des figures nodales se compose toujours de deux lignes droites qui se coupent à angle droit, et dont l'une se place constamment sur la direction même de cet axe; l'autre figure est alors formée par deux courbes qui ressemblent aux branches d'une hyperbole.

2° Lorsque la lame ne contient aucun des axes dans son plan, les deux figures nodales sont constamment des courbes hyperboliques; jamais il n'entre de lignes droites dans leur composition.

3° Les nombres de vibrations qui accompagnent chaque mode de division sont, en général, d'autant plus élevés que l'inclinaison de la lame sur l'axe de plus grande élasticité devient moindre.

4° La lame qui donne le son le plus aigu, ou qui est susceptible de produire le plus grand nombre de vibrations, est celle qui contient dans son plan l'axe de plus grande élasticité et celui de moyenne élasticité.

5° La lame qui est perpendiculaire à l'axe de plus grande élasticité est celle qui fait entendre le son le plus grave, ou qui est susceptible de produire le plus petit nombre de vibrations.

6° Quand l'un des axes est dans le plan de la lame, et que l'élasticité dans le sens perpendiculaire à cet axe est égale à celle qu'il possède lui-même, les deux systèmes nodaux sont semblables; ils se composent chacun de deux lignes droites qui se coupent rectangulairement, et ils se placent à 45° l'un de l'autre. Il n'y a, dans un corps qui possède trois axes inégaux d'élasticité, que deux plans qui jouissent de cette propriété.

7° Le premier axe des courbes nodales se plaçant toujours suivant la direction de la moindre résistance à la flexion, il suit de là que, quand dans une série de lames cet axe se place dans la direction occupée d'abord par le second, c'est que, suivant cette dernière direction, l'élasticité est devenue relativement moindre que l'autre.

8° Dans un corps qui possède trois axes inégaux d'élasticité, il y a quatre plans pour lesquels l'élasticité est distribuée de

telle manière que les deux sons des lames parallèles à ces plans deviennent égaux, et que les deux modes de division se transforment graduellement l'un dans l'autre, en tournant autour de deux points fixes que, pour cette raison, j'ai appelés *centres nodaux*.

9° Les nombres de vibrations ne sont liés qu'indirectement avec les modes de division, puisque deux figures nodales semblables s'accompagnent de sons très-différens; tandis que, d'un autre côté, les mêmes sons se produisent à l'occasion de figures très-différentes.

10° Enfin une conséquence plus générale qu'on peut tirer des différens faits que nous venons d'examiner, c'est que, quan[illegible] une lame circulaire ne jouit pas des mêmes propriétés d[illegible] toutes les directions, ou, en d'autres termes, quand les p[illegible]ties qui la constituent ne sont pas arrangées symétrique[illegible] autour de son centre, les modes de division dont elle es[illegible]ceptible affectent des positions déterminées par la s[illegible]re même du corps; et que chaque mode de division, c[illegible]ré en particulier, peut toujours, en subissant toutefoi[illegible]érations plus ou moins considérables, s'établir dan[illegible]également déterminées, de sorte qu'on pe[illegible], dans [illegible]mes circulaires hétérogènes, tous les [illegible]des [illegible] division s[illegible] doubles.

A l'aide de ces données on peut, [illegible]'à [illegible] certain point, se faire une idée de l'état élastique [illegible]ristallisés, en les soumettant au même mode d'expl[illegible]est ce que l'auteur a tenté pour le cristal de roche, [illegible] série d'expériences qui font l'objet du troisième par[illegible] de son mémoire. En voici les résultats :

1° L'élasticité de toutes les dian[illegible]s d'un plan quelconque perpendiculaire à l'axe d'un prisme de cristal de roche, peut être considérée comme étant sensiblement la même.

2° Tous les plans parallèles à l'axe sont loin de posséder le même état élastique; mais si l'on prend trois quelconques de ces plans, en s'astreignant seulement à cette condition, que les angles qu'ils forment entr'eux soient égaux, alors leur état élastique est le même.

3° Les transformations des lignes nodales d'une série de lames taillées autour de l'une des arêtes de la base du prisme

sont tout-à-fait analogues à celles qu'on observe dans une série de lames taillées autour de l'axe intermédiaire dans les corps qui possèdent trois axes inégaux et rectangulaires d'élasticité.

4° Les transformations d'une série de lames perpendiculaires à l'un quelconque des trois plans qui passent par deux arètes opposées de l'hexaèdre sont, en général, analogues à celles d'une série de lames taillées autour d'une ligne qui partage en deux parties égales l'angle plan compris entre deux des trois axes d'élasticité dans les corps où ces axes sont inégaux et rectangulaires.

5° Au moyen des figures accoustiques d'une lame taillée dans un prisme de cristal de roche, à peu près parallèlement à l'axe, et non parallèlement à deux faces de l'hexaèdre, on peut toujours distinguer quelles sont celles des faces de la pyramide qui sont susceptibles de clivage. On peut encore arriver au même résultat par la disposition des modes de division d'une lame prise à peu près parallèlement à l'une des faces de la pyramide.

6° Quelque soit la direction des lames, l'axe optique ou sa projection sur leur plan y occupe toujours une position qui est liée intimement avec l'arrangement des lignes acoustiques: ainsi, par exemple, dans toutes les lames taillées autour de l'une des arètes de la base du prisme, l'axe optique ou sa projection correspond constamment à l'une des deux droites qui composent le système nodal formé de deux lignes qui se coupent rectangulairement.

Malgré les analogies qui existent entre le cristal de roche et les corps qui ont trois axes rectangulaires d'élasticité, le premier ne peut être rangé parmi ceux-ci; car les mêmes phénomènes s'y reproduisent constamment dans trois positions différentes, et il semble que tout s'y rapporte aux diverses directions de clivage, aux faces et aux arètes du rhomboèdre primitif. D'abord l'axe moyen d'élasticité paraît être l'une quelconque des arètes formées par l'intersection des faces de la pyramide avec les faces correspondantes de l'hexaèdre, arète qui n'est autre chose que la grande diagonale du rhomboèdre primitif. Ensuite, l'axe de plus grande élasticité coïnciderait avec la petite diagonale de la face lozange de ce rhomboèdre; enfin, l'axe de plus petite élasticité serait perpendiculaire à l'axe de

moyenne élasticité, et formerait un angle de 57° 40′ 13″ avec l'axe de plus grande élasticité, ce dernier angle mesurant l'inclinaison de la face du rhomboèdre sur le plan diagonal. Ainsi, premièrement, l'axe de plus grande élasticité et l'axe intermédiaire sont contenus dans le plan qui forme la face du rhomboèdre, et ils sont perpendiculaires entr'eux; deuxièmement, l'axe intermédiaire et l'axe de moindre élasticité sont contenus dans le plan diagonal; et ils sont également perpendiculaires entr'eux. Cette coexistence de trois systèmes d'axes d'élasticité apporte une si grande complication dans l'étude des phénomènes acoustiques, qu'on ne pourra reconnaître l'état élastique d'un corps donné, qu'en comparant les nombres de vibrations d'une série de petites verges de mêmes dimensions, et taillées suivant les directions où l'élasticité paraît différer le plus.

La seule différence saillante qu'il paraisse y avoir entre la structure de la chaux carbonatée et celle du quartz, consiste en ce que, dans la première de ces substances, la petite diagonale du rhomboèdre est l'axe de moindre élasticité, tandis qu'elle est celui de plus grande élasticité dans la seconde.

« Les recherches qui précèdent, dit l'auteur en terminant son mémoire, sont loin sans doute de pouvoir être considérées comme un travail complet sur l'état élastique du cristal de roche et de la chaux carbonatée; néanmoins nous espérons qu'elles suffiront pour montrer que le mode d'expériences dont nous avons fait usage, pourra devenir, par la suite, un moyen puissant pour étudier la structure des corps solides cristallisés régulièrement ou même confusément. C'est ainsi, par exemple, que les relations qui existent entre les modes des divisions et la forme primitive des cristaux permettent de présumer qu'on pourra, par les vibrations sonores, déterminer la forme primitive de certaines substances qui ne se prêtent nullement à une simple division mécanique. Il est également naturel de penser que des notions moins imparfaites que celles qu'on possède sur l'état élastique et de cohésion des cristaux, pourront jeter du jour sur beaucoup de particularités de la cristallisation : par exemple, il ne serait pas impossible que les degrés de l'élasticité d'une substance déterminée ne fussent pas exactement les mêmes, pour une même direction rapportée à la forme primitive,

lorsque d'ailleurs la forme secondaire est différente; et, s'il en était ainsi, comme quelques faits m'induisent à le soupçonner, la détermination de l'état élastique des cristaux conduirait à l'explication des phénomènes les plus compliqués de la structure de ces corps. Enfin, il semble que la comparaison des résultats fournis, d'une part, par le moyen de la lumière, touchant la constitution des corps, et de l'autre, par le moyen des vibrations sonores, doit nécessairement concourir aux progrès de la science de la lumière elle-même, ainsi qu'à ceux de l'acoustique. »

131. **Détermination des pesanteurs spécifiques, au moyen des aréomètres et de l'alcoomètre; par M. Maroseau.** (*Journ. de Pharmacie*; août 1830, p. 482).

La densité y est donnée par les formules suivantes, où x indique le degré de l'instrument :

1° Pour l'aréomètre de Beaumé ou pèse-acides,

$$y = \frac{121,572}{122,414 - x};$$

2° Pour l'aréomètre de Cartier ou pèse-liqueurs,

$$y = \frac{21544}{19904 + 164\,x};$$

3° Quant à l'alcoomètre de M. Gay-Lussac, on connaît déjà la relation établie par ce physicien, entre l'échelle de cet instrument et celle de Cartier. Mais l'alcoomètre a été gradué pour la température de 15° centigrades, tandis que, quand il s'agit des aréomètres de Beaumé et de Cartier, on prend pour unité la densité de l'eau à 10° Réaumur.

132. **Sur la réflexion et la décomposition de la lumière aux surfaces de séparation de milieux ayant des pouvoirs réfringens égaux ou différens; par M. Brewster.** (*Philosoph. Transact.*; 1829, p. 187.)

Le seul physicien qui, à la connaissance de M. Brewster, se soit occupé de ces phénomènes, est M. W. Herschel qui s'exprime ainsi dans son *Traité de la lumière*, § 547 et 548 : « On trouve, dit-il, que si deux milieux sont en contact parfait (comme il arrive pour un solide et un liquide, ou pour deux liquides), l'intensité de la réflexion qui s'opère à leur commune

surface est d'autant moindre que les indices de réfraction de ces milieux approchent plus d'être égaux entr'eux ; et lorsque cette égalité est parfaite, la réflexion cesse aussitôt, en sorte que les rayons poursuivent leur chemin dans le second milieu, sans changer de direction, de vitesse et d'intensité. Il suit de ce fait, qui est général, que les forces réflectives et réfringentes dans tous les milieux d'un égal pouvoir réfringent, suivent exactement les mêmes lois et conservent entr'elles les mêmes rapports; que, dans les milieux inégalement réfringens, le rapport de ces forces n'est point arbitraire, mais que l'un dépend de l'autre, en croissant ou diminuant avec cette dernière. Cette circonstance remarquable rend moins improbable la supposition de l'identité de la fonction qui exprime l'action de tous les corps sur la lumière. »

M. Brewster avait commencé des recherches analogues, déjà en 1814. Il avait eu l'occasion de remarquer la couleur bleue que prenait une goutte d'huile de cassia, vue par réflexion entre deux prismes de verre; ce fait, qu'on pouvait considérer comme nouveau, ne le surprit point; car bien que l'huile fût plus réfringente que le verre, pour les rayons moyens du spectre solaire, néanmoins les pouvoirs réfringens de ces deux corps étaient sensiblement égaux pour les rayons bleu et violet; de telle manière que les rayons de l'autre extrémité du spectre pouvaient passer dans l'huile, et les rayons bleus se trouver réfléchis en plus ou moins grande partie. Il pourra donc arriver qu'avec des indices de réfraction égaux, deux corps mis en contact parfait, réfléchissent à leur surface de séparation les couleurs d'une des extrémités du spectre, si leurs pouvoirs dispersifs ne sont pas les mêmes.

Par exemple, M. Brewster prend deux prismes de verre, ayant chacun un angle droit et les deux côtés de ces angles égaux; il les met en contact par leurs grandes faces rendues horizontales, et interpose entr'elles une mince couche d'huile de castor. Les indices de réfraction sont pour le prisme inférieur 1,510, pour le prisme supérieur 1,508, et pour l'huile 1,490. Un rayon de lumière blanche est introduit par l'une des faces libres du prisme supérieur; il se réfléchit aux deux surfaces de la couche d'huile, et produit ainsi deux images que l'on reçoit à travers la seconde face libre du même prisme, et que l'on dé-

gage l'une de l'autre, en inclinant légèrement entr'elles les deux surfaces réfléchissantes. M. Brewster suit d'abord les teintes de l'image supérieure, relativement à l'incidence de la lumière blanche, comptée à partir de la normale à la première de ces surfaces. *Premier ordre de couleurs :* jaune 83°, 33'; orange 81, 13; rouge 80, 27; violet 79, 51; limite du violet et du bleu 79, 14. *Deuxième ordre de couleurs :* violet-bleuâtre 78, 46; bleu décidé 77, 54; bleu-verdâtre 76, 30; bleu-jaunâtre 74, 32; jaune 70, 46; jaune-rougeâtre 66, 46; rouge pâle 61, 54; rouge 59, 04; rouge-violet 56, 11; limite du violet et du bleu 54, 14. *Troisième ordre de couleurs :* bleu 50, 57; vert-bleuâtre 45, 00; jaunâtre 35, 46; jaune vif 30, 37; jaune-rougeâtre 25, 21; violet 13, 30.

La couleur de l'image inférieure est, sous toutes les incidences, un gris-jaunâtre faible, et son intensité change à peine. Ce fait très-remarquable résulte probablement de la nature particulière du prisme inférieur; car, lorsque ce prisme est de même nature que le supérieur, le jeu des couleurs est remarquable, et ce phénomène est l'un des plus beaux que l'on connaisse en optique.

Lorsque la lumière incidente est homogène, on n'aperçoit aucune coloration; mais les faisceaux de lumière réfléchie ont des maximum et des minimum d'intensité, comme pour les anneaux et pour les bandes colorées formés par une lumière également homogène. Voici les périodes du rouge et du bleu : *premier minimum*, 77° 54' pour le rouge, et 80° 27' pour le bleu; *second minimum*, 50, 57 et 59, 04.

Si l'on chauffe l'huile, on diminue son pouvoir réfringent, le brillant des couleurs s'efface, et les retours périodiques des mêmes teintes sont rapprochés.

Tels sont les phénomènes qui ont lieu lorsque le pouvoir réfringent du verre surpasse celui du liquide. En employant de l'huile balsamique de Capivi, dont l'indice de réfraction 1,528 est un peu supérieur à celui des prismes de verre, la lumière incidente blanche se réfléchit partiellement à la première surface de cette huile, de la manière suivante : *premier ordre de couleurs :* jaunâtre 74° 10' d'incidence à la surface réfléchissante; jaune 70, 47; rouge-violet 67, 57; violet 66, 10; limite du violet et du bleu 64, 58. *Deuxième ordre de couleurs :* vio-

let-bleuâtre 63, 08; bleu décidé 61, 54; vert-bleuâtre 59, 23; jaune-bleuâtre 56, 50; jaune 51, 37; jaune-rougeâtre 45, 40; rouge 39, 42; rouge-violet 36, 25; limite du violet et du bleu 34, 28. *Troisième ordre de couleurs* : bleu 30, 37; vert-bleuâtre 28, 56 ; vert 25, 29; vert-jaunâtre 19, 13.

M. Brewster plaça ensuite les prismes dans la position où ils donnent le bleu décidé du second ordre; puis il éleva graduellement la température de l'huile balsamique, de 50° F. jusqu'à 94°, où cette huile atteint le même pouvoir réfringent que le verre. La couleur fut évidemment rendue plus pure (improved) par la chaleur, bien que son intensité allât en diminuant. Rien de particulier n'annonça l'instant où les réfractions de l'huile et du verre devinrent égales. Au-delà de 94° l'intensité de la couleur s'accrut en raison de la diminution de la réfraction de l'huile; mais quand la température fut portée beaucoup plus loin, la couleur disparut entièrement.

« Jusqu'à présent, continue M. Brewster, nous avons considéré les deux faces de la couche d'huile comme donnant lieu à deux images réfléchies séparément. Nous devons maintenant indiquer brièvement les phénomènes que présente la superposition de ces images, lorsque la couche liquide est comprise entre deux surfaces bien parallèles. Si les deux prismes donnent séparément les mêmes séries de couleurs, mais sous des inclinaisons différentes, les couleurs qui résulteront de ce mélange seront très-irrégulières et très-confuses; mais si les maximum des intensités lumineuses produites par l'un des prismes, coïncident avec les minimum d'intensité des couleurs produites par l'autre prisme, les teintes seront entièrement décolorées, bien qu'il ne soit pas facile de trouver les conditions qui donnent lieu à cette opposition d'intensité. Lorsque les prismes donnent chacun exactement les mêmes couleurs périodiques pour les mêmes incidences, les minimum d'intensité coïncideront entr'eux, ainsi que les maximum; tellement que la réunion de ces deux séries de couleurs ne sera que la répétition des séries données par chaque prisme séparément; mais il est clair que l'intensité de leurs teintes sera doublée. On reproduit aisément ce dernier résultat, en coupant en deux un prisme qui donne ces couleurs d'une manière nette, et séparant ses deux moitiés par une couche liquide. »

M. Brewster a examiné ensuite un très-grand nombre d'huiles; mais les résultats auxquels il est parvenu dépendent non-seulement de la nature de l'huile, mais encore de son pouvoir réfringent comparé à celui du verre ; tellement que les couleurs qui, à la température ordinaire, sont pâles et peu prononcées, deviennent parfois très-brillantes et très-développées à une haute température, et que, réciproquement, les couleurs qui brillent dans le premier cas, se ternissent et s'effacent par un accroissement de chaleur : il est donc inutile de nous y arrêter.

Mais il est clairement établi par ces expériences, 1° qu'il existe des forces réfléchissantes aux surfaces de séparation de milieux qui ont la même puissance réfractive; 2° qu'il y a des couleurs produites périodiquement à ces surfaces de séparation, pour différentes espèces de verre, en contact avec divers liquides ou corps mous.

Du premier ordre de faits il résulte que, dans les milieux qui réfractent également la lumière, les forces de réflexion et de réfraction ne suivent pas la même loi. Ce résultat est parfaitement établi par les expériences faites avec le prisme qui n'a produit aucun ordre de couleurs; car non-seulement il y avait réflexion très-prononcée lorsqu'on avait établi un équilibre parfait entre les forces réfringentes opposées, mais encore il n'y avait aucune tendance à l'extinction de la lumière réfléchie, lorsque les forces réfringentes approchaient de leur égalité ou de leur état d'équilibre. Le même résultat fut obtenu avec un prisme nouvellement poli.

« Quant à la périodicité des couleurs, continue l'auteur, il n'y a pas de doute qu'elle ne soit due aux interférences des rayons réfléchis. Toutefois il se présente ici une particularité fort remarquable, savoir, le décroissement dans l'intensité des rayons réfléchis, à mesure que leur incidence devient plus oblique. En examinant avec plus d'attention le prisme dans lequel j'ai observé ce phénomène, et la non-périodicité des couleurs, je suis parvenu à voir, sous une très-grande obliquité, un véritable changement de couleur, un passage du gris-bleuâtre au bleu; couleurs qui sembleraient être placées à la limite d'une longue période, au minimum de laquelle on arriverait avec lenteur. Dès-lors, on peut supposer que dans le cas où le premier ordre de couleurs commence sous une incidence égale ou inférieure

à 65°, il doit y avoir entre cet angle et 90° un autre minimum que l'abondance de la lumière réfléchie empêche de remarquer. Cette conjecture fut vérifiée en répétant soigneusement l'expérience avec des cubes de verre, ou même avec un autre prisme qui ne fournissait qu'un rouge-violet, sous une incidence d'environ 85°, et un bleu dégénérant en un gris-verdâtre, sous des incidences moins considérables. Dans ce cas, on n'avait qu'un seul minimum voisin de 85°. Une très-faible diminution de température faisait baisser ce minimum jusque près de 90°, tandis qu'un réchauffement le reportait en deçà de 85°.

« Ainsi, point de doute que les teintes périodiques ne soient plus ou moins développées pour chaque système de solides ou de liquides, jouissant de la même force réfringente. Cependant, leur apparition dans les systèmes de corps où la force réfringente est loin d'être égale, se trouve soumise à certains changemens de la surface du corps solide, changemens dont je n'ai pu me rendre compte.

« Ayant observé que des couleurs devenaient par fois moins brillantes, après que les milieux avaient été quelque temps en contact, et que différentes portions de la même surface produisaient les mêmes teintes sous des inclinaisons sensiblement inégales, j'ai porté au rouge-blanc un prisme qui avait fourni, avec de l'huile de castor, trois séries de couleurs brillantes, puis j'en ai fait repolir les faces; mais le prisme ne redonna plus ces belles teintes; seulement il décomposait, avec la même huile, le rayon de lumière blanche qui tombait sur leur surface de contact, laquelle réfléchissait abondamment de la lumière bleue, même lorsque les réfractions des deux milieux étaient amenés à leur égalité parfaite. Je fis ensuite repolir une des faces d'une obsidienne dont j'avais fait précédemment usage; cette pierre, mise en contact avec l'huile balsamique de Capivi, cessa de fournir les couleurs qu'elle avait données auparavant; mais, placée sur l'huile de castor, avec laquelle elle n'avait point primitivement donné de lumière colorée, elle réfléchissait maintenant une belle couleur jaune qui repassait au blanc sous de fortes incidences, et devenait d'autant plus jaune qu'elle se rapprochait plus de la normale. Pour reconnaître quels changemens devait apporter l'action d'user et de polir les prismes, j'ai comparé les effets d'une ancienne cassure et

d'une cassure fraîche, pratiquées l'une et l'autre dans un morceau de verre dont les faces polies donnaient de belles séries de couleurs. L'ancienne cassure, qui avait dix ans de date, fournit des couleurs périodiques, tandis que la nouvelle cassure ne produisit qu'une seule teinte, savoir un bleu brillant qu'on ne put suivre, à la vérité, sous des incidences extrêmes, à cause de la nature même de la surface.

« Ces résultats semblent indiquer que les verres avaient éprouvé, par leur exposition à l'air, quelques changemens qu'il fut impossible de reconnaître, soit par le microscope, soit de toute autre manière. On fit bouillir les prismes dans l'acide muriatique, et dans de fortes dissolutions alcalines; on les plongea dans l'alcool; on leur fit subir de fortes pressions : rien n'altéra leur action sur la lumière.

« Dans la supposition où il se serait formé, à la surface du verre, une couche assez mince pour donner des couleurs périodiques, le pouvoir réfringent de cette couche eût été différent de celui du verre. J'essayai, en conséquence, un prisme qui donnait ces couleurs, et un prisme du même verre auquel on avait fait perdre cette propriété; j'ai trouvé que ces deux prismes polarisaisnt la lumière exactement sous le même angle. Je les plaçai ensuite tour à tour sur une couche d'huile de cassia, et je vis que la réflexion totale s'opérait pour les deux sous la même incidence. Donc, la petite couche supposée exister à la surface de l'un de ces prismes, ne pouvait avoir une réfraction différente de celle du verre; et d'ailleurs, si cette réfraction eût été différente, parmi toutes les huiles avec lesquelles on avait mis le prisme en rapport, il s'en fût trouvé nécessairement quelques-unes qui eussent présenté la même réfringence, et qui, par conséquent, eussent annulé l'effet de cette couche dans la production des couleurs.

« Pour dévoiler ce mystère, je fis usage de deux prismes qui avaient été coupés dans le même morceau de verre, et qui donnaient de belles séries de couleurs avec l'huile de castor. Je les serrai ensuite l'un contre l'autre, face contre face, au moyen de vis : sous une grande incidence, la lumière était jaune; en diminuant cette incidence, le rayon devenait graduellement orange, et rouge foncé quand il s'évanouissait près de la normale. Si les minces surfaces que l'on supposerait recouvrir les

prismes, eussent réellement existé, arrivées au contact elles eussent doublé leur épaisseur commune, et fourni des couleurs correspondantes, ce qui n'a pas eu lieu.

« Mais quand bien même on pourrait admettre l'existence de ces couches invisibles sur le verre, on n'aurait point une explication des couleurs magnifiques que présente un cristal naturel, et du rapport qui existe entre sa couleur et son axe de double réfraction. Que quelque principe physique et inconnu soit la cause de tous ces phénomènes, c'est ce qui sera rendu beaucoup plus probable, lorsque je soumettrai à la Société royale un mémoire sur les mêmes séries périodiques de couleurs, produites sous des incidences analogues, par les surfaces des métaux et des solides transparens, lorsque ces corps agissent isolément sur la lumière.

« L'action des surfaces des corps cristallisés sur la lumière, présente plusieurs phénomènes remarquables, dont je me suis fort occupé. Je publierai mes résultats en deux mémoires; le premier traitera de l'action des surfaces des corps sur la lumière, comme d'un caractère minéralogique, et contiendra la description d'un *lithoscope*, propre à faire distinguer les minéraux les uns des autres; le second contiendra mes recherches relatives à l'influence des forces de la double réfraction sur les forces qui produisent la réflexion et la polarisation. Mes premières expériences faites dans ce but, se trouvent citées parmi les *Transactions philosophiques* pour 1819; mais depuis, je les ai résumées, et j'ai obtenu des résultats d'un grand intérêt. »

S.

133. Expériences concernant l'influence de la température sur les pouvoirs réfringens et dispersifs des liquides, et application aux télescopes formés de lentilles fluides; par M. Barlow. (*Ibid.*; 1828, p. 313.)

Dans un précédent mémoire (*Bulletin*, Tom. X, n° 94), M. Barlow avait pensé qu'une différence de 53 degrés F. en température, n'en apportait aucune dans les pouvoirs réfringens et dispersifs des lentilles fluides; mais un examen plus attentif, au moyen d'une chaleur artificielle produite dans une petite chambre où se trouvait renfermé son télescope, lui a prouvé depuis qu'il fallait faire subir quelques variations aux distances

focales, pour des températures comprises entre 31 et 84 degrés F. Ces distances focales se trouvèrent en effet les suivantes :

à 31 degrés F. . . . . . 32,222 pouces anglais.
à 57 32,650
à 84 33,090

On calcule ensuite les index de réfraction et de dispersion du sulfure de carbone, dont est formée la lentille fluide :

Température.	*Réfraction.*	*Dispersion.*
31 F.	0,642	0,3067
57	0,634	0,3075
84	0,625	0,3084

134. Expériences faites pour déterminer la quantité de lumière réfléchie par les miroirs plans métalliques, a différens angles d'incidence; par M. Potter. (*Edinburgh Journ. of Scienc.*; octobre 1830, p. 278.)

En désignant la lumière directe par 100, la lumière réfléchie serait, d'après l'ensemble des expériences de l'auteur, et en partant de la perpendiculaire à la surfarce :

72,3	sous l'incidence	0°	65,87	sous l'incidence	50°
70,86	»	10	65,03	»	60
67,43	»	20	64,41	»	70
66,11	»	30	64,04	»	80
65,91	»	40	63,91	»	90

Ainsi la réflexion est d'autant moindre que les rayons tombent plus obliquement sur la surface réfléchissante, contrairement à l'opinion de Newton et de beaucoup de physiciens.

135. Effets produits par l'électricité sur les minéraux que la chaleur rend phosphorescens; par M. Pearsall. (*Journ. of the roy. Institution*; octobre 1830, p. 77.)

L'auteur a trouvé qu'une décharge d'une bouteille de Leyde de médiocre grandeur, peut restaurer la phosphorescence dans les minéraux qui ont été dépouillés de cette vertu par une chaleur rouge; et que même on peut ainsi communiquer la phosphorescence à des minéraux qui ne la possédaient pas auparavant. C'est ainsi que la variété de spath-fluor, nommée chlorophane, après avoir perdu, par une chaleur rouge, sa propriété de devenir lumineuse à une chaleur modérée, la re-

prend après avoir reçu une ou plusieurs décharges électriques. La même chose arrive à l'apatite. On peut communiquer la phosphorescence à certains cristaux de chaux carbonatée et à quelques diamans; mais l'auteur n'a point réussi à donner cette propriété aux améthystes, aux saphirs, aux rubis, aux grenats, et à d'autres minéraux. Au reste il reviendra avec plus de détails sur cet intéressant sujet de recherches.

136. Remarques sur la polarisation de la chaleur; par M. Powell. (*Edinburgh Journ. of Scienc.*; octobre 1830, p. 297.)

On sait que M. Bérard a annoncé, en 1813, que la chaleur rayonnante jouit, de même que la lumière, de la propriété d'être polarisée par réflexion (*Annal. de Chim.*; mars 1813). M. Powell a cherché à répéter ces expériences dont le détail n'a jamais été publié; mais quoique son thermomètre indiquât les centièmes et même les millièmes de degré, placé au foyer d'un petit miroir qui concentrait les rayons calorifiques émanés de la seconde surface réfléchissante, jamais il n'a pu indiquer de différence appréciable dans les quantités de chaleur ainsi reçues, quand la source calorifique n'émettait que de la chaleur obscure. Il est vrai que les quantités absolues de cette chaleur devenaient insensibles après les deux réflexions, ensorte qu'il eût été bien difficile de constater des différences entre des choses imperceptibles. Cela revient à dire que l'appareil de l'auteur n'était pas convenablement construit, ou que les expériences de ce genre sont difficiles à faire.

137. Expériences électro-magnétiques; par M. Moll. (*Ibid.*; oct. 1830, p. 209.)

M. Sturgeon de Woolwich a donné, dans les *Transactions de la Société pour l'encouragement des arts, des manufactures et du commerce*, la description d'un appareil électro-magnétique, formé d'un fil de fer autour duquel est enroulé un fil de cuivre dont les deux extrémités communiquent avec les deux pôles d'une pile voltaïque. Le fil de fer devient un aimant capable de soulever des masses de fer assez considérables. L'appareil que M. Watkin, professeur à l'université de Londres, a fondé sur ce principe, soutient un poids de 9 livres.

M. Moll a fait courber en fer-à-cheval une barre cylindrique de fer doux de 8 $\frac{1}{2}$ pouces de long sur un pouce de diamètre, autour de laquelle et de droite à gauche (*sinistrorsum*), il a enroulé 83 fois un fil de cuivre d'un 8e de pouce de diamètre. Les extrémités de ce fil plongeaient dans deux vases pleins de mercure, où aboutissaient les deux extrémités zinc et cuivre d'un appareil galvanique, formé d'un baquet de cuivre dans lequel plongeait une feuille de zinc d'environ onze pieds carrés (anglais). Le fer-à-cheval ayant une armature pour réunir ses deux bouts, à l'instant où le courant circule, l'aimant artificiel ainsi composé, est capable de porter 25 kilogrammes, et la charge a pu même être portée jusqu'à 38 kilog. Le pôle nord de l'aimant, qui se dirigeait librement vers le pôle sud de la terre, est celui qui aboutit à l'élément zinc. Cette action magnétique, ou cesse aussitôt après l'interruption du courant voltaïque, ou disparaît en très-peu de temps. Pendant que l'action a lieu, on peut faire acquérir une vertu magnétique permanente à des aiguilles d'acier que l'on présente aux extrémités du fer-à-cheval.

En ajoutant au premier appareil voltaïque, un second appareil semblable, mais de telle manière que les zincs communiquassent ensemble, ainsi que les cuivres, pour ne former qu'un seul élément de 17 pieds carrés (pour le zinc), M. Moll ne put pas augmenter sensiblement la force de son aimant artificiel.

Un autre fer-à-cheval, en tout pareil au précédent, fut enveloppé d'un fil de laiton, mais en sens contraire, c'est-à-dire de gauche à droite (*dextrorsum*). L'effet fut exactement le même qu'avec le fil de cuivre; mais, à cause de la nouvelle direction du fil, les pôles de l'aimant furent renversés, c'est-à-dire que le pôle nord aboutissait à l'élément cuivre.

Du laiton plié en fer-à-cheval, et entouré de fil de fer, ou de laiton, ou de cuivre, ne produisit aucun effet magnétique.

Quand on enveloppe le fer-à-cheval d'un fil de cuivre ou de laiton, il n'est pas nécessaire d'isoler l'un de l'autre ces deux métaux; mais quand on enveloppe le fer-à-cheval d'un fil de fer, on doit isoler celui-ci avec de la soie. Dans ce cas, l'appareil de l'auteur a porté 43 kilog.

Encouragé par ce succès, M. Moll a fait construire un fer-

à-cheval de 12 ½ pouces anglais de longueur sur 2 ½ pouces de diamètre. Un fil de laiton d'un huitième de pouce de diamètre faisait 44 tours sur la longueur de ce fer, et communiquait avec un élément galvanique de onze pieds carrés : cet appareil soutint un poids de 67 kilog. Ce fer-à-cheval, du poids de 13 kilog., fut ensuite couvert de soie, et un fil de fer substitué au fil de laiton : alors l'appareil soutint 77 kilog. Les pôles de ce puissant aimant pouvaient être retournés, détruits ou renouvelés avec la rapidité de l'éclair.

L'énergie d'un aimant d'acier, courbé en fer-à-cheval, n'est point accrue par les courans voltaïques.

L'aimant naturel du musée de Teyler à Harlem est capable de porter 125 kilog. L'aimant artificiel de l'abbé Lenoble, si célèbre en son temps, portait 105 livres françaises. L'aimant naturel donné à Jean V roi de Portugal, par un empereur de la Chine, pèse 38 livres 7 onces et demie, et porte 202 livres (*Bulletin*, Tom. IX, n° 245). M. Ingenhouss a fait de très-petits aimans artificiels, portant environ cent fois leur propre poids. Un aimant de la Société des arts et des sciences de Rotterdam, porte 120 livres. Les aimans de Coulomb portaient 100 livres. Le docteur Keil a présenté dernièrement à l'Académie des Sciences de Paris un aimant en fer-à-cheval, composé de 7 lames d'acier, qui porte de 250 à 300 livres : tels sont les plus puissans aimans que l'on possède, et celui de l'auteur, si différent de tous les autres, n'est inférieur qu'à ceux du musée d'Harlem, du Portugal, et du docteur allemand cité en dernier lieu.

Les expériences de M. Moll ont été répétées avec succès par M. Quetelet.

138. Description d'un galvanomètre de torsion ; expériences faites avec cet instrument; par M. Ritchie. (*Journ. of the roy. Institution* ; oct. 1830, p. 29.)

L'auteur donne ici la description du galvanomètre perfectionné dont il a parlé dans son précédent Mémoire. Il enveloppe le fil de cuivre d'une couche de cire, et termine ses deux bouts par deux petits godets de laiton. Le système des deux aiguilles magnétiques retournées l'une par rapport à l'autre, est suspendu par un fin fil de verre, ou si l'on veut par un fil de cocon. Du reste, cet instrument ne présente rien

de nouveau. L'auteur a trouvé que l'intensité du courant voltaïque est en raison inverse de la racine carrée des longueurs des fils conducteurs, et non pas en raison inverse de la simple longueur, comme M. Becquerel l'a annoncé.

139. SUR LES LIMITES A L'ÉVAPORATION; par M. FARADAY. (*Ibid.*; oct. 1830, p. 70.)

On connaît les premières recherches que M. Faraday a faites pour prouver que l'évaporation des corps avait une limite. (Voyez le *Bulletin*, Tom. 7, n° 153). Voulant s'assurer si l'évaporation d'un corps ne favoriserait pas celle d'un autre corps plus fixe, il commença, en 1826, une nouvelle série d'expériences, qu'il vient de terminer après 4 ans. Comme elles sont rédigées avec concision, nous allons en donner la traduction littérale.

« En septembre 1826, on nettoya parfaitement plusieurs flacons, ainsi que plusieurs tubes fermés par un bout, pour en former de petits vases capables d'être placés dans l'intérieur des flacons. Les matières soumises à l'expérience furent déposées dans ces tubes, et des dissolutions d'autres matières furent versées dans les flacons : on introduisit les tubes dans les flacons, mais de manière que rien ne pouvait passer des uns aux autres, excepté par évaporation. On ferma hermétiquement les flacons et on les déposa dans une armoire où la lumière ne pénétrait point, et où on les laissa pendant quatre ans environ, ne les examinant que de temps à autre. Ainsi, ces matières avaient eu le temps de se vaporiser et de produire des effets appréciables.

N° 1. Ce flacon renfermait une dissolution pure de sulfate de soude avec une goutte d'acide nitrique, et le tube des cristaux de muriate de baryte. Plus de la moitié de l'eau avait passé dans le tube, par évaporation, et y avait produit une dissolution de muriate de baryte; mais cette dissolution, aussi bien que celle de sulfate de soude, était parfaitement limpide; il n'y avait pas la plus petite trace de sulfate de baryte soit dans l'une, soit dans l'autre; preuve que ni le muriate de baryte, ni le sulfate de soude ne s'étaient vaporisés à la faveur de l'eau.

N° 2. Dissolution de nitrate d'argent dans le flacon, et, dans le tube, du sel marin fondu. Toute l'eau avait passé du nitrate

d'argent au sel marin ; mais on ne voyait aucune trace de chlorure d'argent dans les vases. Le nitrate d'argent n'avait donc point été sublimé avec l'eau, et le chlorure de sodium n'avait pas été rejoindre le nitrate.

N°3. Dissolution de muriate de chaux dans le flacon, et, dans le tube, cristaux d'acide oxalique. L'eau n'a pas abandonné le muriate de chaux. L'acide oxalique, au moment où il venait d'être mis dans le tube, y avait formé des groupes sans ordre, offrant des vides nombreux, et une surface supérieure irrégulière à environ un pouce de l'extrémité ouverte du tube. Après l'expérience, on ne vit rien de particulier dans les espaces vides ; mais dans le haut du tube, on voyait évidemment une sublimation d'acide oxalique, car, au-dessus des cristaux, s'étaient déposés, contre le verre, de nouveaux cristaux en feuilles excessivement minces, donnant des irisations. Ces feuilles cristallines ne s'élevaient pas, dans le tube, au-dessus du niveau de la portion la plus élevée des cristaux primitifs. Plus haut, on n'apercevait aucune trace de sublimation. Il paraîtrait donc que, si les parties les plus élevées de l'acide oxalique ont produit de la vapeur qui a cristallisé sur des portions de surface plus inférieures, cette vapeur ne s'est point élevée dans les parties supérieures du tube. Néanmoins, en versant une ou deux gouttes d'ammoniaque caustique dans la dissolution de muriate de chaux, on a obtenu un léger précipité d'oxalate d'ammoniaque. Ceci prouve, par conséquent, que l'acide oxalique est volatil aux températures ordinaires, qu'il a formé non-seulement des cristaux dans le tube, mais encore qu'il en est sorti pour arriver à la dissolution de chaux.

N° 4. Dans le flacon, un mélange de parties égales d'acide sulfurique et d'eau ; dans le tube, du sel marin cristallisé. Aucune portion d'eau n'a passé au sel, et on a cherché en vain de l'acide muriatique dans l'acide sulfurique ; d'où il suit que le chlorure de sodium n'a pas été volatilisé dans ce cas.

N° 5. Dissolution de muriate de chaux dans le flacon, et, dans le tube, des cristaux d'oxalate d'ammoniaque. Ce sel n'a paru avoir subi comme altération. La solution était parfaitement claire ; mais en y ajoutant un peu d'ammoniaque, on obtint un faible précipité d'oxalate de chaux.

N° 6. Une solution de potasse dans le flacon, et, dans le

tube, de l'oxide blanc d'arsenic en morceaux et en poudre. Le flacon fut ouvert en octobre 1829 à cause de certaines apparences qu'on y remarqua; il avait donc été fermé durant trois années. L'acide arsénieux semblait inaltéré; la solution de potasse était trouble. A l'examen, on trouva qu'elle avait puissamment réagi sur le verre. Elle avait dissous de la silice en si grande quantité qu'elle prenait une certaine consistance par l'addition d'un acide; elle renfermait aussi une quantité considérable de plomb, mais il n'y avait aucune trace d'acide arsénieux. Ainsi cette dernière substance, quoique très-volatile à 600° F. n'a donné aucune vapeur aux températures ordinaires, même en présence de la vapeur d'eau et de l'air.

Le flacon n° 7 renfermait de l'acide sulfurique employé, dans ces expériences, pour servir de terme de comparaison.

N° 8. Mélange de moitié d'acide sulfurique et moitié d'eau dans le flacon, et, dans le tube, du muriate d'ammoniaque. Lorsqu'on ouvrit ce flacon, les morceaux de muriate d'ammoniaque n'offraient aucune apparence d'altération; il n'y avait aucune humidité, ni aucune fissure. L'acide sulfurique, éprouvé par le sulfate d'argent, ne manifestait point la présence de l'acide muriatique; de telle manière que, dans ce cas, le muriate d'ammoniaque ne s'était point réduit en vapeur.

N° 9. Dans le flacon, une faible solution de persulfate de fer, et, dans le tube, des cristaux de cyanure double de fer et de potasse. Tout demeura intact; il n'y avait aucune apparence de bleu de Prusse ni sur les cristaux ni dans la solution, ce qui prouve qu'aucun de ces sels n'a été vaporisé.

N° 10. Dans le flacon, une faible solution de potasse, et, dans le tube, des morceaux de calomel. La potasse a corrodé le verre, comme dans le cas du n° 6; mais le calomel n'éprouva aucune espèce de volatilisation; car aucun oxide noir ni aucune autre substance n'indiquait le passage du calomel dans la potasse.

N° 11. Dans le flacon, une solution de potasse; dans le tube, des morceaux de sublimé corrosif. La potasse a encore agi sur le verre, et il paraît que l'acide carbonique atmosphérique avait pénétré dans le flacon, puisqu'il n'y restait plus de potasse caustique. On voyait très-distinctement des traces de sublimation du sublimé corrosif, et de petits cristaux de cette substance se

trouvaient fixés au bouchon du flacon. Par conséquent, le sublimé corrosif est volatil aux températures ordinaires.

N°s 12 et 13. Dans les flacons, une dissolution de chromate de potasse; dans l'un des tubes, du muriate de plomb en poudre, et dans l'autre tube, des cristaux de nitrate de plomb. Dans ces deux cas, le chromate de potasse a réagi sur le plomb du verre, qui est devenu jaune et trouble; de telle manière qu'on n'a pu rien savoir sur la volatilité des combinaisons du plomb.

N° 14. Dans le flacon, une solution d'hydriodate de potasse, et, dans le tube, du muriate de plomb. Rien ne fut altéré; la solution était parfaitement claire et incolore; aucune trace de muriate de plomb n'y avait passé sous forme de vapeurs.

N° 15. Dans le flacon, une solution de muriate de chaux, et, dans le tube, des cristaux de carbonate de soude. Une partie de l'eau passa dans le carbonate de soude; mais ce sel et le muriate de chaux étaient parfaitement limpides; aucune portion de ces sels ne s'était donc vaporisée.

N° 16. Dans le flacon, de l'acide sulfurique étendu, et, dans le tube, des morceaux de nitrate d'ammoniaque. Ce sel était devenu légèrement humide. L'acide sulfurique se trouva contenir de l'acide nitrique, tandis que l'acide sulfurique n° 7 qui sert de terme de comparaison, n'en renfermait point. Il s'ensuit donc que le nitrate d'ammoniaque est volatil aux températures ordinaires; cependant, il se pourrait que ce sel ait éprouvé une décomposition partielle, et que les élémens se soient dégagés séparément.

N° 17. Dans le flacon, une dissolution de persulfate de cuivre, et, dans le tube, des cristaux de cyanure double de fer et de potasse. Ceux-ci ont absorbé beaucoup d'eau; mais la solution et les cristaux ont conservé leurs couleurs propres : donc aucun sel ne s'est volatilisé.

N° 18. Dans le flacon, une dissolution d'acétate de plomb; et, dans le tube, de l'iodure de potassium. L'acétate de plomb s'est desséché, et l'iodure de potassium qui a absorbé toute l'eau, a formé une dissolution brune où se trouvait de l'iode libre. Sans doute, un peu d'acide acétique y a passé et a produit cette altération de l'iodure de potassium. Il n'y avait pas de trace d'iodure de plomb dans le tube, mais il en existait dans le flacon,

sans doute à cause de l'évaporation de l'iode mis en liberté dans le tube.

De ces expériences il suit qu'il n'y a aucune raison de croire que l'eau ou sa vapeur communique sa volatilité, même au plus faible degré possible, à toutes ces substances qui ont leur limite d'évaporation aux températures ordinaires, et que, par conséquent, l'évaporation naturelle de l'eau puisse produire rien de semblable dans l'atmosphère.

Il en résulte aussi que le nitrate d'ammoniaque, le sublimé corrosif, l'acide oxalique, et peut-être l'oxalate d'ammoniaque, sont volatils aux températures ordinaires.

140. Observations sur un arrangement déterminé de l'aurore boréale, sur les apparences et la marche de ce phénomène et sur sa hauteur au-dessus de la surface du sol; par M. Farqharson. (*Philosoph. Transact.*; 1829, p. 103, et 1830, p. 97).

M. Farqharson a fait de nombreuses observations d'aurores boréales à Alfort en Écosse, à la latitude de 57° 15′. Déjà en 1823, il a publié une description très-remarquable de la marche habituelle des aurores boréales (*Bulletin*; T. I, n° 138). Il a fait voir que les faisceaux de rayons qui les composent, apparaissent ordinairement à l'horizon vers le Nord, et qu'ils forment un arc de l'Est à l'Ouest, dont le point culminant est dans le plan du méridien magnétique; alors cet arc est peu élevé, mais sa largeur du Nord au Sud est la plus grande possible, et tous les rayons lumineux paraissent dirigés vers un centre commun, qui se trouve un peu au Sud du zénith. L'arc se meut ensuite du Nord vers le Sud, en se rétrécissant à mesure qu'il approche du zénith; sa lumière semble se condenser autour du méridien magnétique; les rayons des extrémités s'inclinent continuellement sur la longueur de l'arc, sur lequel ils finissent par se coucher tout-à-fait. Alors la lumière boréale n'est plus qu'une ceinture de quelques degrés de largeur, qui coupe à angle droit le plan du méridien magnétique. Quand elle a dépassé le centre fictif des rayons, la largeur de l'arc lumineux augmente de nouveau, mais la direction des rayons est renversée. La seule explication possible de toutes ces apparences, est celle qui admet l'existence de rayons lumineux parallèles entr'eux

et à l'aiguille magnétique d'inclinaison, lesquels formeraient une bande plus étendue de l'Est à l'Ouest que du Nord au Sud, perpendiculaire au plan du méridien magnétique, et qui se mouvrait vers le Sud en restant toujours parallèle à elle-même.

Voici les observations les plus remarquables que l'auteur a faites depuis 1823. Le 22 novembre 1825, à 10 heures et demie du soir, il vit deux portions d'arc interrompues chacune par une masse de nuages dans la partie O. du ciel. L'arc le plus élevé était à environ 25° du zénith; il se terminait brusquement à son extrémité O., élevée de 35° au-dessus de l'horizon; son extrémité E. rasait l'horizon dans la direction du N.-E. Du reste, il se conduisit comme il vient d'être dit, et disparut quand il eut dépassé le zénith de 10 ou 12°. Ce second arc n'était élevé que de 25 à 30 degrés au-dessus de l'horizon; il se terminait aussi brusquement vers l'O., et son extrémité E. arrivait à l'horizon. Il marcha vers le zénith qu'il dépassa comme le premier, et disparut 15 minutes après celui-ci. Une lueur vers le Nord annonçait l'apparition d'un troisième arc, qui, à la vérité, ne se forma point.

Le 9 septembre 1827, à 11 heures du soir, l'auteur vit une aurore boréale presqu'aussi intéressante que celle qu'il vient de décrire. L'arc avait ceci de très-remarquable que, quoique son sommet ne fût plus qu'à 8 ou 10 degrés du zénith, son extrémité O. aboutissait à un nuage très-bas, et son extrémité E. arrivait jusqu'à l'horizon. Celle-ci n'avait pas moins de 20° de large à 20° de hauteur. Bientôt après, apparut un second arc, à 40° de hauteur, ayant 20 ou 25° de largeur. Tous deux s'avancèrent vers le zénith. Le premier y arriva en quelques minutes; sa largeur avait diminué comme de coutume, et ses couleurs s'étaient avivées; alors il se sépara en deux parties, dont la plus voisine du zénith conserva la forme arquée, tandis que la plus inférieure se présentait comme une colonne verticale de feu d'environ 20° de longueur. De ces deux portions du même arc, l'une sembla devancer l'autre, et toutes deux vinrent s'éteindre vers 30° au S. du zénith, après avoir parcouru 40° du N. au S. en 10 minutes. Cependant le second arc s'approchait aussi du zénith. Déjà il avait atteint une grande hauteur, lorsque sa moitié O. se sépara en deux arcs partiels, dont les plans parallèles au reste de l'arc figuraient des troupes placées en

échelons, de 6 ou 8 degrés en arrière les unes des autres. La moitié E. de l'arc arrivait près du zénith, lorsque tout-à-coup elle disparut; les deux portions O. s'éteignirent ensuite graduellement.

Le 29 septembre 1828, à 8 h. 10 m. du soir, l'auteur vit une aurore boréale dont les différentes portions étaient irrégulièrement dispersées dans les quatre parties du ciel, et qu'on pouvait rapporter à trois arcs lumineux découpés, comme il vient d'être dit. Les mêmes apparences d'aurore boréale avaient été vues à la même époque par M. Gilbert à Rosemarran, dans la partie S. de l'Angleterre.

Arrivant à la question de la hauteur des aurores boréales au-dessus de la surface du globe, l'auteur rappelle qu'il a déjà fait connaître, dans son premier mémoire, un cas où la partie inférieure des nuages présentait une lumière phosphorescente, laquelle annonçait que l'aurore boréale avait lieu dans la région même des nuages. Une aurore boréale, vue en automne 1825, dans un ciel non éclairé par la lune, venait s'appuyer sur une masse de nuages, dont la partie supérieure était aussi brillante qu'elle l'eût été par la réflexion des rayons lunaires. L'aurore boréale du 22 novembre 1825, qui vient d'être décrite, n'a plus laissé à l'auteur le moindre doute sur le lieu où ces phénomènes prennent naissance. Il ne croit donc pas que l'opinion contraire émise par M. Dalton puisse être admise (*Bullet.;* T. 12, n° 83, où la citation est erronée: lisez *Philosoph. Transact.;* 1828, p. 291). On sait que ce physicien a cru devoir assigner aux aurores boréales une élévation de 100 milles anglais, ce qui les porterait au-delà des couches sensibles de l'atmosphère. On peut voir la critique de ce prétendu résultat de l'observation, faite par M. Farquharson. Nous ne nous y arrêterons pas, et nous passerons immédiatement à la description d'une singulière aurore boréale que cet observateur donne dans un *post-scriptum* à son mémoire.

Le 28 décembre 1828, à 6 heures et demie du soir, on vit un arc lumineux dont le sommet s'élevait à 25 ou 30 degrés au-dessus de l'horizon, et dont la largeur était de 10 ou 12 degrés. Bientôt il disparut en s'affaiblissant par ses extrémités. Au même instant apparut un second arc qui, après avoir parcouru 6 ou 8 degrés en élévation, se subdivisa pour disparaî-

tre ensuite à 25 ou 30 degrés. Mais déjà un troisième arc avait apparu vers le Nord à l'horizon, un peu moins large mais plus brillant que les premiers. Il atteignit la même hauteur que le second pour s'y éteindre; mais auparavant, deux nouveaux arcs également étroits et brillans s'étaient élevés successivement, de telle manière que l'on voyait à la fois 3 arcs concentriques. Tout avait disparu à 9 heures. Ces 5 arcs avaient été singulièrement étroits, bien qu'ils se fussent étendus à droite et à gauche jusque près de l'horizon.

On sait que quelques physiciens ont nié l'action perturbatrice des aurores boréales sur l'aiguille aimantée, tandis que d'autres observateurs ont réellement constaté cette action. M. Brewster partage la première de ces opinions, et M. Arago, partisan déclaré de la seconde, croit qu'il est possible de reconnaître, à l'agitation d'une aiguille aimantée, l'existence des aurores boréales, invisibles même aux lieux où ces agitations s'observent. (*Bulletin*, Tom. X, n° 109). De ses observations, faites près du pôle magnétique Nord, M. Foster a conclu que l'aiguille aimantée n'est point affectée lorsqu'on se trouve même en apparence dans la lumière boréale. M. Arago avait alors pensé qu'il pourrait sefaire que l'influence des aurores boréales s'accrut au fur et à mesure que l'on s'éloignerait du Nord; mais M. Kupffer a fait depuis des observations qui sont contraires à cette hypothèse. Les observations suivantes de M. Farqharson sont propres à expliquer cette discordance, et le résultat général auquel il est parvenu est très-remarquable. Il a disposé un appareil dans la description duquel nous ne pouvons entrer, mais qui consiste essentiellement en une aiguille aimantée, de forme rectangulaire, ayant 5 pouces de long, un demi-pouce de large, et un quarantième de pouce d'épaisseur; elle peut être placée horizontalement sur un pivot d'acier, ou suspendue par un fil de soie. La direction de sa ligne moyenne peut être estimée à 10 secondes près; et le temps qu'elle emploie à faire 50 oscillations, peut être compté à un quart de seconde Examinée durant tout le temps d'une aurore boréale, observée le soir du 14 décembre 1829, voici comment cette aiguille s'est comportée :

Époques.	Déclinaisons.	État du ciel.
h. m.	' "	
5.45..	0.00......	Aurore boréale au N. et au S.
6.00..	....	Arc à 25° N.; arc à 30° S.
6.15..	2.00.O....	Arc N. monte; arc S. descend.
6.30..	5.00.E....	Arc N. à 35°; arc S. à l'horizon.
6.45..	23.00.E....	Arc N. à 45°; arc S. éteint.
7.00..	retourne à O...	
7.15..	0.00......	
7.30..	4.00.O....	Arc nouveau s'élevant jusqu'à 45°.
7.45..	4.00.O....	Plusieurs arcs en dessous de 45°,
8.00..	7.50.E....	Ils s'éteignent vers l'ouest, mais leurs extrémités Est passent au pôle magnétique. Un arc apparait au Sud à 45°.
8.15..	13.40.E....	
8.30..	8.50.E.....	Portions d'arcs au Nord; arc S. s'évanouit.
8.45..	4.20.E.....	L'aurore boréale s'efface.
9.00..	2.00.E.....	
9.15..	19.00.O....	Trois beaux arcs s'élèvent rapidement au zénith.
9.30..	9.50.E.....	Ces arcs s'éteignent un peu au S.
9.45..	12.00.E.....	Quelques rayons au N.
10.00..	14.00.E.....	Arc très-brillant à 25° N.; arc faible au S. du zénith.
10.15..	3.00.O....	Arc faible à 25° N.; portions d'arcs s'éteignent au S. du zénith.
10.30..	21.30.O....	Arcs très-faibles au N.; la portion ouest d'un arc passe à 20° au S. du zénith.
10.45..	3.00.O....	Tous les arcs pâlissent.
11.00..	5.00.O....	L'aurore s'éteint.
12.00..	1.00.E.....	Faible lumière à l'horizon N.
1.00..	....	Plus rien.

Si l'on examine ces résultats avec attention, on verra que les perturbations de l'aiguille de déclinaison ont été très-grandes lorsque les arcs d'aurore boréale passaient au zénith, ou mieux, au pôle de l'aiguille d'inclinaison. Il devient dès-lors probable que ces perturbations n'ont lieu que quand l'aiguille magnétique est dans le plan de l'arc boréal. Quant au sens de la déviation de l'aiguille, les observations de 8 h. et de 10 h. 1/2, font croire que cette aiguille se dévie vers la partie la plus brillante de l'arc. L'intensité magnétique horizontale a été invariable, excepté pour l'observation de 10 h. 1/2 où l'auteur a cru voir une diminution presque imperceptible : l'aiguille a fait alors 50 oscillations en 225",75, au lieu de les exécuter comme à toute autre époque, en 225",25.

L'auteur a fait depuis beaucoup d'autres observations qui le confirment dans son opinion que l'aiguille magnétique n'est point affectée par l'aurore boréale, à moins que les rayons de cette lumière n'arrivent dans le plan de l'aiguille d'inclinaison, perpendiculaire au méridien. Il croit aussi, avec MM. Franklin et Richardson, que les aurores boréales sont toujours ac-

compagnées ou précédées de certains nuages (cirro-stratus); mais il ne pourrait pas décider si ces nuages produisent l'aurore boréale, ou s'ils sont un effet de l'aurore, ou si enfin leur apparition simultanée n'est que l'effet d'une cause commune plus générale. Quoi qu'il en soit, la présence des montagnes au Nord de l'observateur paraît être une condition favorable à la production des nuages, et par suite à celle de l'aurore; aussi l'auteur voit-il dans les monts Coreen, qui s'étendent de 8 ou 10 milles de l'Est à l'Ouest, et d'environ 4 milles du Nord au Sud, la cause la plus immédiate des fréquentes aurores boréales dont il est témoin.

Tandis qu'il était occupé des aurores boréales, l'auteur a remarqué une singulière coïncidence entre la direction des rayons de l'aurore et celle des étoiles tombantes. Dans le plus grand nombre de cas, en effet, les étoiles tombantes partent des environs du pôle de l'aiguille d'inclinaison, et leurs traces paraissent d'autant plus courtes, que ces météores se rapprochent plus de ce point. L'auteur a même vu trois, quatre, ou plus de ces étoiles, tomber à de très-courts intervalles de temps, et dont la trace était toujours dans le plan de l'arc boréal; et plus tard, il voyait de pareilles chutes s'effectuer dans un plan plus au Sud, comme si les étoiles tombantes avaient suivi l'aurore dans sa marche progressive. Enfin, et ce qui semble encore plus remarquable, c'est que l'apparition des étoiles tombantes soit très-fréquente à l'époque des aurores boréales, tandis qu'on en voit rarement en l'absence de cette lumière.

Les aurores boréales précèdent ou accompagnent ordinairement les vents d'Ouest et de Sud-Ouest qui sont les plus forts que l'on ressente en Écosse, et la croyance populaire dans ce pays, est que les étoiles tombantes annoncent toujours que ces vents vont régner. L'auteur croit aussi avoir remarqué que son aiguille magnétique, posée sur son pivot, s'inclinait légèrement à l'instant où sa déclinaison éprouvait de fortes déviations. De toutes ses observations il semble que l'on puisse déduire ces conséquences générales :

Les aurores boréales sont probablement le résultat d'une action mutuelle entre la masse solide du globe et l'atmosphère qui repose sur sa surface. Cette action est-elle de nature thermo-électrique? Est-ce un refroidissement, à la suite duquel les

vapeurs aqueuses se condenseraient en nuages. Si l'on admet l'existence de rayons lumineux, probablement électriques, tous parallèles entre eux et à l'aiguille magnétique d'inclinaison ; si l'on suppose que ces rayons s'élèvent d'abord vers le Nord et s'éteignent successivement au fur et à mesure qu'il en paraît d'autres plus au Sud; si, enfin, ces rayons sont considérés comme des courans électriques, dont il faudrait calculer l'action sur l'aiguille aimantée, en tenant compte de l'éloignement, du sens et de l'intensité, on aurait une assez bonne explication des apparences, de la marche et de l'influence des aurores boréales, et l'on pourrait être conduit plus tard à une connaissance plus intime de la cause de ce brillant phénomène. S.

141. Sur la cause des aurores boréales (*Americ. Journ. of sciences*, juillet 1827.)

Après toutes les hypothèses que l'on a faites pour expliquer les aurores boréales, il paraît que l'on s'accorde généralement à regarder l'électricité comme leur cause immédiate. La première question est de savoir si elle l'est réellement. La rapidité de ce phénomène ne peut appartenir qu'à l'électricité. Quelquefois il offre des rapports avec la chaîne électrique des nuages orageux, et l'action de l'aurore boréale sur l'aiguille aimantée laisse peu de doutes à cet égard.

La seconde question consiste à déterminer ce qui cause une pareille accumulation d'électricité vers le pôle nord, et par quels moyens elle s'élève pour produire le phénomène. Ce qui présente beaucoup plus de difficulté et même toute la théorie du phénomène est là.

L'auteur fait remarquer que les diverses espèces de minéraux sont réparties de manière que telles espèces se trouvent accumulées dans certaines régions et ne se rencontrent presque pas dans d'autres. Ainsi l'or, l'argent, le platine et le mercure, quoiqu'on les rencontre sur d'autres points, abondent particulièrement dans les régions tropiques. Le cuivre, le plomb et l'alun occupent des latitudes élevées. Le fer, excepté le fer météorique, se rencontre dans les régions du nord. Il admet de plus les faits météorologiques suivans comme vérités reconnues :

1° Au sud de l'équateur, on ne trouve de masse de fer sous quelque forme que ce soit : à la vérité ces contrées sont peu

connues. Il n'y a pas lieu de croire que l'on en rencontre dans les mêmes régions de l'ancien monde.

2° Le fer ne se trouve pas par grandes masses au-dessous du 32° parallèle de latitude nord. La région du fer commence dans ce point et s'étend vers le pôle nord aussi loin que les terres. La plus grande accumulation a lieu entre le 45° et le 65° parallèle. Cette région du fer peut être considérée comme distincte du reste du globe et offrant un centre d'action électrique; et l'auteur admet que le fluide électrique est graduellement soutiré des nuages et de l'atmosphère par les pics des hautes montagnes, et en général par la région où se trouve le fer; et il compare cet effet à celui d'une verge métallique élevée dans l'atmosphère, en s'appuyant sur ce fait bien connu, qu'au sud de l'équateur les orages accompagnés de tonnerre sont beaucoup plus fréquens et plus terribles qu'au nord de cette ligne et particulièrement dans la région du fer où il est lentement absorbé sans bruit et sans éclat.

Il reste à savoir ce qui peut déterminer le fluide électrique à s'élever vers le pôle, et quel est le milieu dans lequel s'opère le mouvement: l'auteur admet, pour y arriver, une autre supposition qu'il regarde comme une assertion bien prouvée, c'est qu'il existe autour du pôle nord une mer ouverte et libre, et alors on peut expliquer comme il suit l'ascension du fluide électrique au pôle. Ce fluide du centre de la région du fer se répand en tous sens dans l'intérieur du globe, mais se dirige naturellement en plus grande abondance là où il est appelé avec le plus de force, c'est-à-dire vers le nord; il atteint la mer libre qui entoure le pôle et s'élève de cette mer, conduit par la vapeur aqueuse qui se dégage constamment des eaux de cette région, et s'élève jusque dans la partie supérieure de l'atmosphère, où il se répand en formant l'aurore boréale. L'auteur ne cherche pas à expliquer ce que devient ce fluide électrique, mais il croit qu'il ne serait pas déraisonnable de penser qu'il peut être une des causes des grands tremblemens de terre qui s'étendent d'un côté à l'autre de l'Océan, et se font sentir dans différentes parties du globe.

Cette théorie expliquerait aussi un fait qui viendrait à son tour l'appuyer; c'est la débâcle des glaces polaires beaucoup plus étendue dans certains temps que dans d'autres, et qui augmente avec les aurores boréales.

142. DESCRIPTION D'UN NOUVEL ANÉMOMÈTRE; par M. FORBES. (*Edinburgh Journ. of Science*; janvier, 1830, p. 31.)

L'auteur a imaginé de mesurer la force du vent par les déviations qu'éprouve, dans sa chute, une petite sphère tombant librement. Mais ce mode d'observation exige de longs calculs, qui n'ont pas même le mérite de la précision.

143. RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES faites au Jardin-Botanique de la Havane en 1829. (*Anales de ciencias*, etc., de la Havane; 1829, p. 202).

Température moyenne de l'année 24°,57 centigrades; état moyen de l'hygromètre de Saussure 87°,2. Valeurs extrêmes du thermomètre 30°,6 et 13°. Moyenne du baromètre en pouces anglais, à 9 h. du matin 29,77; à 2 h. après midi 29,68; à 9 h. du soir 29,76; moyenne des variations diverses 0,16. Pluies 48 pouces 8 lignes en 130 jours de pluie.

144. REMARQUES GÉNÉRALES SUR L'ÉTAT DU CIEL A MADAGASCAR, et principalement à Tananarivou, capitale de l'île; par M. ROBERT LYALL. (*Journ. of the roy. Institution;* oct. 1830, p. 47).

Ces observations vont du 27 juin 1828 au 1er janvier 1829; mais le journal météorologique ne s'étend que du 1er janvier au 25 mars 1829. Tananarivou est située à 18° 56′ 20″ de latitude sud, et à peu près à 47° de longitude est de Greenwich, à 5000 pieds au-dessus du niveau de la mer. L'auteur ne résume pas ses observations, et nous y renvoyons nos lecteurs.

145. EXTRAIT DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES RECUEILLIES A FUNCHAL dans l'île de Madère, pendant l'année 1829; par M. HEINEKEN. (*Edinburgh journ. of science;* oct. 1830, p. 237).

Pression moyenne barométrique 29,962 pouces à 64°,5 F. Les résultats moyens de trois années d'observations, sont les suivans tout corrigés: pression moyenne 30,005 pouces; température moyenne 65,2 F., maximum 84, minimum 45.

146. Kleine Naturlehre und Naturgeschichte für Elementarschulen. — Petit traité de physique et d'histoire naturelle pour les écoles élémentaires; par M. Desaga à Heidelberg. 2e édit. in-12 de xii et 164 p. Heidelberg, 1830; Osswald.

Ce petit livre, uniquement destiné aux enfans, est rédigé par demandes et par réponses; l'auteur tâche de donner à ses jeunes lecteurs une idée des phénomènes physiques et météorologiques, de l'astronomie et de la géographie, enfin un court aperçu de zoologie, de botanique et de minéralogie. Son style est clair et précis; il a évité tout ce qui aurait été au-dessus de la portée des enfans, pour ne leur dire que ce qu'ils sont en état de concevoir facilement et ce qui est le plus dans le cas de les intéresser. La tentative de M. Desaga est très-digne d'éloges, comme tout ce qui a pour but de répandre l'instruction et d'en faciliter les moyens aux classes les moins fortunées.

CHIMIE.

147. Observations sur la lumière qui jaillit de l'air et de l'oxigène par compression; par M. Thénard. (*Annal. de Chim. et de Physiq.*; Tom. 44, p. 181).

Dessaignes avait annoncé (*Journ. de Physiq.*, 1811, p. 41) que tous les corps, même les gaz, devenaient lumineux par une compression vive et subite. M. Saissy trouva ensuite que, parmi les gaz, l'oxigène, l'air et le chlore jouissaient seuls de cette propriété. De pareils expériences, répétées en présence des membres de la Société d'Arcueil, conduisirent à ce résultat, qu'une assez vive lumière jaillit de l'oxigène, une moins vive de l'air, et aucune de l'azote, de l'hydrogène et de l'acide carbonique.

Mais M. Thénard vient d'observer que la lumière n'apparaissait dans l'air et l'oxigène que par suite de la combustion des corps gras dont on graisse les pistons des machines à compression; car, quand on a soin de prévenir cette cause d'erreur, on

ne fait plus jaillir de lumière d'aucun gaz comprimé. Voici les conclusions de M. Thénard :

1° Aucun gaz ne devient lumineux de lui-même, par la pression exercée, à la manière ordinaire, dans les briquets à air.

2° Lorsque l'on comprime à la main, le plus fortement possible, un gaz dans un tube de verre, il se trouve porté à une température qui excède bien plus de 205°. Aussi des poudres, qui ne se décomposent qu'à 205°, détonnent-elles tout-à-coup dans les gaz, azote, hydrogène, acide carbonique, soumis à une compression vive et subite.

3° Le papier, le bois s'enflamment dans le gaz oxigène, que l'on soumet à une forte pression. Il en est de même, dans le chlore, du papier imprégné de peu d'huile.

4° Est-il besoin d'ajouter que si, au lieu de comprimer les gaz, comme je l'ai fait, on les comprimait beaucoup plus fortement et d'une manière instantanée, ils s'échaufferaient bien plus ? Mais alors deviendraient-ils lumineux ? Tout nous porte à croire que ce résultat ne pourrait avoir lieu qu'à un degré de chaleur très-élevé.

148. Moyen constant pour obtenir avec le bismuth de belles cristallisations; par M. Quesneville fils. (*Journ. de Pharmacie*; sept. 1830, p. 554).

En fondant le bismuth dans un creuset, on y ajoutera de temps en temps quelques morceaux de nitre, en ayant soin d'agiter la masse. On arrivera, au bout de quelques heures, à un point tel, qu'un peu de métal agité à la lumière présentera de magnifiques couleurs vertes ou jaunes dorées, qu'il conservera en refroidissant. Si, au contraire, le métal ne présentait que des couleurs roses, violettes ou indigos, et que refroidi il ne présentait plus qu'une masse blanche sans aucun reflet coloré, on pourrait être persuadé que la cristallisation n'aurait pas lieu. On coulera ensuite le métal dans un têt chauffé d'avance, et on aura soin de le couvrir, faisant en sorte que le fond se refroidisse assez vite. Quand la croûte supérieure sera formée, on la percera avec un charbon ardent, et l'on décantera dans le creuset; au bout d'une demi-heure environ, on achèvera de casser la croûte; et l'on trouvera dans l'intérieur une

cristallisation magnifique, d'autant plus belle qu'on aura plus scrupuleusement suivi toutes ces conditions. L'auteur reviendra sur quelques phénomènes singuliers que lui a présenté la cristallisation des métaux et celle du bismuth en particulier.

149. Note sur la combinaison de l'acide sulfurique avec l'acide nitreux, et sur la théorie de la formation de l'acide sulfurique; par M. Bussy. (*Journ. de Pharmacie;* août 1830, p. 491).

Il existe, comme on sait, cinq combinaisons de l'azote avec l'oxigène, formées de 2 vol. d'azote sur 1, 2, 3, 4 et 5 vol. d'oxigène. Les deux premières sont des oxides sur lesquels il ne reste plus aucun doute; la troisième est un acide, qui ne peut exister qu'en combinaison avec les bases, que l'on a primitivement désigneés sous le nom d'acide hypo-nitreux, et que l'auteur propose d'appeler acide nitreux; tandis qu'on réserverait le nom d'acide hypo-nitrique à la 4e combinaison qui est l'ancien acide nitreux, lequel n'est qu'une combinaison d'acide nitreux et d'acide nitrique, c'est-à-dire de la 3e et de la 5e combinaison.

Les cristaux formés lors de la production de l'acide sulfurique ont été considérés, par MM. Clément et Désormes, comme un composé d'acide sulfurique, de deutoxide d'azote et d'eau; et par M. Gay-Lussac, comme formés d'acide sulfurique, d'acide nitreux (ou hypo-nitrique) et d'eau. M. Bussy les considère comme formés d'acide sulfurique, d'acide hypo-nitreux (ou nitreux), et d'eau. Par leur décomposition, ce dernier acide, qui ne peut exister isolément, se dégage en deutoxide d'azote et acide nitreux (ou hypo-nitrique), ce qui explique bien les observations des chimistes précités.

M. Bussy a déterminé les quantités de deutoxide d'azote et d'oxigène qui, mises en présence de l'acide sulfurique, donnent lieu à la formation de ces cristaux, et il a trouvé que le volume du premier gaz devait être quatre fois le volume du second, pour qu'il n'y eut aucun résidu. Pour démontrer que l'acide sulfurique ne se combine pas directement avec l'acide hypo-nitrique, comme le suppose M. Gay Lussac, l'auteur a rempli un tube d'acide sulfurique sur un bain du même liquide; il y a introduit, au moyen d'une petite pipette, quelques gouttes d'acide hypo-nitrique. Cet acide s'est dissous en partie;

la température s'est élevée un peu; la portion non dissoute a gagné la partie supérieure, s'est réduite en vapeurs, laquelle a déprimé l'acide sulfurique. Puis celui-ci est remonté peu à peu en dissolvant la vapeur formée, mais on n'a jamais aperçu de cristaux. Lorsqu'au contraire on fait passer l'acide hypo-nitrique après avoir introduit du deutoxide d'azote, il y a tout de suite formation de cristaux sur les parois du tube, cristaux que l'acide sulfurique redissout en s'élevant.

150. Mémoire sur le composé cristallin qui se produit dans la fabrication de l'acide sulfurique; par M. Gaultier de Claubry. *Lu à l'Acad. des Scienc.*, le 25 déc. 1830.

MM. Clément et Desormes donnèrent les premiers une théorie de la formation de l'acide sulfurique, mais sans avoir cherché à déterminer directement la nature des cristaux qu'ils avaient obtenus avec le gaz sulfureux, l'eau, le deutoxide d'azote et l'oxigène; ils les regardèrent comme formés d'acide sulfurique, de deutoxide d'azote et d'eau.

M. Gay-Lussac ayant observé que l'acide sulfurique mêlé avec l'acide rutilant appelé *nitreux*, donnait des cristaux semblables aux premiers et que, dans le vide, ils dégageaient l'un et l'autre par l'eau des vapeurs rouges, en conclut que c'était l'acide *pernitreux* (acide des nitrites) qui, avec l'acide sulfurique et l'eau, formait le composé cristallin.

M. William Henry (*Bulletin*, tom. VI, n° 82) ayant examiné une masse solide formée dans un tuyau de ventilation d'une chambre de plomb, admet qu'ils avaient la composition indiquée par M. Gay-Lussac, et M. Bussy l'avait récemment confirmé dans une note à ce sujet. (Voy. le n° précédent.)

Cependant les auteurs n'étaient pas d'accord sur cet objet, et M. Thénard, par exemple, admettait qu'il devait se produire de l'acide sulfurique par l'oxigène de l'air. M. Despretz regardait les cristaux comme contenant du deutoxide d'azote, et M. Berzelius admettait la composition indiquée par M. W. Henry.

M. G. de C., pour éviter toute erreur, donne le nom d'acide *nitreux* à l'acide des *nitrites* que l'on n'a pu encore isoler, et propose d'appeler acide *hypo-nitrique*, l'acide rutilant examiné par M. Dulong, et qui ne donne pas de sels avec les bases,

mais des mélanges de *nitrates* et de *nitrites*. M. Berzelius av
déjà admis cette manière de voir, ainsi que M. Dumas.

Pour obtenir la substance cristalline, M. G. de C. fait pass
un courant de gaz sulfureux humide, dans de l'acide hyp
nitrique, et en obtient bientôt une quantité considérable.

Les cristaux se forment très-facilement dans une atmosphè
d'acide carbonique, et il se dégage de l'azote. Pour obten
l'azote pur sans mélange de deutoxide, il faut chasser l'air d
vaisseaux par un courant de gaz carbonique, renferm
l'acide hypo-nitrique dans des ampoules de verre que l'
brise par le moyen d'un tube, et faire passer les produits gaze
dans un tube en U refroidi à—20°, et dans de la baryte chau
fée à 200° environ, laquelle absorbe l'acide hypo-nitrique q
aurait échappé et qui réagirait sur le mercure. En lavant
masse cristalline avec de l'acide hypo-nitrique, et faisant pa
ser dessus un courant d'air bien sec, en échauffant le vase à :
ou 30°, on obtient les cristaux bien purs.

En faisant passer un courant de deutoxide d'azote dans
vase, les cristaux se forment plus vite, et il se dégage moi
d'azote.

En traitant l'acide sulfurique par l'acide hypo-nitrique,
obtient une masse cristalline, et il se dégage à peine d'azot
cependant on trouve que la liqueur contient beaucoup de l'aci
nitrique, tandis que l'acide hypo-nitrique qui a servi à lav
les cristaux de l'expérience précédente, en renferme très-pe

Ce n'est donc pas à la formation de l'acide nitrique qu'est
le dégagement de l'azote.

Les cristaux se fondent à 100°, et ne sont pas entièreme
décomposés à la température de l'ébullition du mercure. E
traitant alors par l'eau la liqueur résidu, elle dégage enco
des vapeurs nitreuses.

L'acide sulfurique dissout facilement les cristaux sans l
décomposer, et c'est pour cela que la synthèse ne peut perm
tre d'en connaître exactement la composition, que M. Bus
avait voulu déterminer par ce moyen.

L'analyse des cristaux présente des difficultés : pour déte
miner la quantité d'acide nitreux, on peut se contenter de l
traiter par l'eau, comme l'a fait le Dr Henry; la quantité d'aci

nitrique formée même sous l'influence des bases, n'est jamais la même dans plusieurs expériences.

On peut arriver à un assez bon résultat en décomposant les cristaux en contact avec le mercure, au point d'ébullition de ce métal. On obtient du sulfate de mercure et des gaz azote et deutoxide d'azote; mais quelquefois les quantités sont très-différentes dans plusieurs opérations.

En plaçant les cristaux au fond d'un tube, les recouvrant de peroxide de plomb et versant de l'eau par dessus, il ne se dégage aucun gaz, et on obtient du nitrate de plomb dont la quantité peut servir à doser l'acide nitreux. Mais comme il se produit souvent des sels basiques, ce moyen n'est pas commode; au lieu qu'en se servant de deutoxide de barium, on dose l'acide nitreux avec la plus grande facilité, par l'équivalent de sulfate de baryte. L'emploi du peroxide de barium peut devenir utile dans beaucoup d'occasions.

Pour obtenir la quantité d'eau, on mêle les cristaux avec de la magnésie, et on chauffe peu à peu jusqu'au rouge en faisant passer les produits sur du cuivre rougi, et on recueille l'eau sur du chlorure de calcium : mais comme l'eau est difficilement chassée parce qu'il y a à peine du gaz, il faut faire passer sur le mélange un courant d'oxigène sec obtenu du chlorate de potasse, qui entraîne toute l'eau.

On peut aussi se servir de peroxide de plomb qui, par son oxigène, chasse l'eau qui se dégage dans la formation du sulfate de plomb.

En réagissant sur la magnésie ou la baryte, les cristaux donnent quelquefois une vive ignition.

Le dosage de l'acide sulfurique est très-facile.

Le Dr Henry avait assigné pour la composition des cristaux:

Acide sulfurique......	5	atômes
Acide nitreux........	« 1	—
Eau................	« 5	—

On ne pouvait expliquer d'après cela pourquoi l'acide sulfurique ne se transformait pas en entier en cristaux par un excès d'acide hypo-nitrique.

M. G. de C. a trouvé les cristaux formés de

Acide sulfurique............	65,59
Acide nitreux..............	23,80

Eau...................... 10,45

Le calcul donne :

Acide sulfurique............	64,08	ou 5	atômes
Acide nitreux..............	24,402	» 2	—
Eau......................	11,50	« 4	—

Les cristaux peuvent donc être considérés comme un sulfate hydrique et nitreux. Si l'on veut préparer une grande quantité de cristaux sans tenir à leur parfaite pureté, on plonge dans un mélange à—20° une éprouvette contenant de l'acide hypo-nitrique, et on y fait arriver du gaz sulfureux; il se produit des cristaux dont on peut pour ainsi dire augmenter la quantité à volonté; en y faisant tomber des gouttes d'eau avec un tube effilé, une action vive a lieu, et une grande quantité de cristaux se forment.

La théorie de la formation de l'acide sulfurique n'était donc pas parfaitement connue, et les expériences de M. G. de C. démontrent que dans la réaction du gaz sulfureux, de l'acide hypo-nitrique et de l'eau, il se décompose une portion d'acide hypo-nitrique avec dégagement d'azote, et l'acide sulfurique produit se combine avec l'acide nitreux et l'eau pour former les cristaux.

151. Sur le chlorure double d'or et de potassium, et remarque sur l'acide tartrique des Vosges; par M. Berzelius. (*Edinburgh Journ. of Scienc.*; oct. 1830, p. 288).

M. Berzelius ayant connu l'analyse du chlorure double d'or et de potassium, faite par M. Johnston (*Bullet.*, n° 23), a trouvé dans l'analyse qu'il avait faite lui-même de ce sel une erreur de soustraction, qui a diminué le chlore dégagé et augmenté le chlorure de potassium. M. Berzelius a refait l'analyse de ce double chlorure qu'il trouve ainsi composé : chlorure de potassium 17,525 ou 1 at., or métallique 46,800 ou 1 at., chlore 25,050 ou 3 at., et eau 10,625 ou 5 at., au lieu de 4 at. obtenus par M. Johnston.

Dans un postscriptum de sa lettre, M. Berzelius annonce qu'il vient d'analyser l'acide extrait d'une certaine espèce de tartre, et que MM. John, Gay-Lussac, et d'autres chimistes, ont considéré comme différent de l'acide tartrique (*Bulletin*, tom. VII, n° 249). M. Berzelius a trouvé que ce nouvel acide

a précisément la même composition et le même poids atomique que l'acide tartrique ordinaire; en sorte que ces deux acides sont entr'eux comme les acides phosphorique et pyro-phosphorique, ou comme les acides cyaneux et fulminique.

152. Sur de doubles chlorures d'or et potassium, d'or et de lithium; par M. Johnston. (*Ibid.*, p. 290).

L'auteur a recherché la cause de la divergence qui existe entre la quantité d'eau du double chlorure d'or et de potassium, qu'il a trouvée (*Bulletin*, juill. 1830, n° 23), et celle qu'a obtenue M. Berzelius (n° précédent). Par deux procédés, il a trouvé 9,4 et 9,45 pour 100 d'eau de cristallistion, au lieu de 9,13 que lui avait donné sa première analyse.

En mélangeant une dissolution de chlorure de lithium avec une autre de chlorure d'or, on obtient de petites aiguilles jaunes très-déliquescentes, qui est une combinaison de ces deux chlorures. Ainsi on peut obtenir des doubles chlorures d'or d'une part, et de potassium, de sodium, de lithium et d'ammonium d'autre part; l'auteur compare leurs propriétés entre-elles, et annonce que M. Brewster a reconnu, dans ces quatre composés, la propriété remarquable d'une double coloration.

153. Sur la préparation du bi-carbonate de soude; par M. Smith. (*Journ. of the Philadelphia college of Pharmacy;* juillet 1829.)

On place le carbonate de soude ordinaire dans une caisse, où il se trouve plongé dans une atmosphère de gaz acide carbonique. Le sel absorbe le gaz, et comme le bi-carbonate qui en résulte, conserve moins d'eau de cristallisation que le carbonate neutre, le sel devient humide, et il suffit de le dessécher après que l'absorption de l'acide carbonique a cessé. La structure du bi-carbonate est alors devenue poreuse et friable. Il est donc inutile de dissoudre le carbonate neutre pour le transformer en bi-carbonate.

Ce procédé est à peu près le même que celui qui est décrit au *Bulletin* de février 1830, n° 75.

154. Mémoire sur les arséniures d'hydrogène; par M. Soubeiran. (*Journ. de Pharmacie;* juin 1830, p. 335.)

L'alliage d'étain et d'arsenic traité par l'acide muriatique

donne de l'hydrogène arséniqué, plus ou moins mélangé d'hydrogène; mais si, d'après le procéde de Trommsdorf, on forme un alliage de parties égales d'arsenic et de zinc en grenailles on pourra en dégager de l'hydrogène arséniqué pur, en y versant de l'acide sulfurique étendu de trois parties d'eau, ou mieux encore de l'acide muriatique concentré. On trouve, en effet, que ce gaz se dissout complètement dans la dissolution de sulfate de cuivre.

L'arsenic est attaqué par une dissolution de potasse caustique concentrée, et il se dégage de l'hydrogène. La masse chauffée au rouge prend une couleur brune; puis elle donne avec l'eau un gaz d'une odeur sulfurée et arsénicale : cette observation est de Gehlen. M. Soubeiran a trouvé qu'on obtenait des produits variés avec l'intensité de la chaleur. Au-dessous du rouge, il se fait de l'arsénite et de l'arséniure. Au rouge sombre, l'excès d'arsenic resté à l'état de simple mélange, est séparé; mais l'arsénite ne change pas de nature. A la chaleur rouge-cerise, la transformation de l'arsénite en arséniate s'opère, et il se volatilise une quantité d'arsenic métallique correspondante. La soude agit sur l'arsenic avec bien moins d'énergie que la potasse. La baryte dégage bien de l'hydrogène pur, mais une forte chaleur ne donne pas d'arséniate. La magnésie et la chaux ont une action encore moins prononcée. Pour faire les expériences avec la chaux et la baryte, l'auteur desséchait ces corps dans un tube traversé par un courant d'hydrogène, qui servait ensuite à amener de la vapeur d'arsenic sur ces terres portées au rouge. Il n'y aurait, comme on voit, aucun avantage à employer les alcalis pour extraire l'hydrogène arséniqué. Il en faut peut-être excepter la potasse; mais le gaz qu'elle donne contient toujours de l'hydrogène et de l'air atmosphérique. A part cela, l'hydrogène arséniqué obtenu par la potasse, est identique avec celui qu'on obtient par l'alliage de zinc et d'arsenic.

M. Soubeiran examine ensuite les réactions de différens corps sur l'hydrogène arséniqué. Il nous suffit de citer les résultats suivans. L'eau dissout environ un cinquième de son volume de ce gaz. En le chauffant dans une cloche avec de la baryte desséchée, celle-ci noircit, devient un mélange d'arséniure et d'arséniate, et la cloche se remplit d'hydrogène pur.

L'auteur a trouvé, comme M. Dumas, qu'un volume d'hydrogène arséniqué fournit un volume et demi d'hydrogène par l'action de la chaleur seule, ou de la chaleur et de l'étain. Ce résultat a été confirmé par la décomposition du sulfate de cuivre et celle du nitrate d'argent, au moyen de l'hydrogène arséniqué; car, par exemple, l'arséniure de cuivre était formé de

cuivre......... 55,77 ou 3 atômes.
arsenic......... 44,23 ou 2 atômes.

On peut donc affirmer que l'hydrogène arséniqué est formé de

arsenic........ 96,18 ou 1 atôme.
hydrogène..... 3,82 ou 3 atômes.

Quant à la densité de ce gaz, elle n'est pas de 4,1828, comme M. Soubeiran l'a déduit d'un calcul fautif, mais bien 2,695 comme M. Dumas le fait observer (*Annal. de Chim. et de Phy-siq.;* Tom. XLIV, p. 288), et comme nous l'avons vérifié nous-mêmes.

Outre l'hydrogène arsénique, il existe un composé solide d'hydrogène et d'arsenic, un véritable arséniure d'hydrogène. M. Soubeiran s'est assuré que le dépôt que l'on obtient par la réaction du chlore sur l'hydrogène arsénique, est toujours de l'arsenic métallique, et non point un arséniure d'hydrogène comme on l'avait cru. Le dépôt qui se forme dans l'hydrogène arséniqué, mélangé d'air, n'est pas non plus de l'hydrure d'arsenic. Le résidu de l'arséniure de zinc qui a servi à préparer l'hydrogène arséniqué, n'est qu'un arséniure de zinc avec un excès d'arsenic. Il en est de même du résidu de l'alliage d'étain et d'arsenic. Le prétendu hydrure d'arsenic que Davy obtenait en plaçant un morceau de ce métal au pôle négatif d'une pile, n'a pu être reproduit par l'a teur, peut-être à cause de la faiblesse de sa pile.

Restait à examiner le dépôt de couleur chocolat que donne l'arséniure de potassium mis en contact avec l'eau, et qui d'après MM. Gay-Lussac et Thénard est de l'hydrure d'arsenic. L'analyse de ce corps est difficile. Après l'avoir rendu bien homogène par une fusion prolongée à la chaleur rouge, on l'introduit dans une cloche graduée, remplie de mercure, et contenant une couche d'acide muriatique étendu d'un poids d'eau égal au sien. On mesure le volume du gaz produit, qui est un mélange d'hydrogène pur et d'hydrogène arséniqué; ce mé-

lange analysé par le sulfate de cuivre, donne la proportion d'arsenic primitivement combinée à l'arsenic. La moyenne des résultats donne, pour la composition de l'hydrure d'arsenic,

arsenic.......... 97,416 ou 1 atôme.
hydrogène....... 2,584 ou 2 atômes.

155. Expériences sur la combinaison de l'acide chromique avec la silice; par M. Quesneville fils. (*Ibid.*; mars 1830, p. 131.)

L'auteur n'a jamais pu combiner la silice à l'acide chromique, soit en suivant le procédé que Godon fit connaître, il y a près de vingt ans, soit en procédant de toute autre manière; en sorte que l'auteur est porté à croire que cette combinaison n'existe réellement pas.

156. Nouveau procédé pour préparer la lithine; par M. Quesneville fils. (*Ibid.*; avril 1830, p. 194.)

On prend une partie de triphane broyé à l'eau, que l'on mêle avec deux parties de litharge pulvérisée; on porte le mélange au rouge-blanc dans un creuset; on coule la matière liquéfiée et on la pulvérise; puis on l'attaque par l'acide nitrique pour en précipiter la silice; ensuite par l'acide sulfurique pour décomposer tout le nitrate de plomb, et on évapore à siccité pour chasser tout l'acide nitrique. On reprend par l'eau, et l'on précipite l'alumine et les autres oxides métalliques par l'ammoniaque; à la fin, on met du sous-carbonate d'ammoniaque pour précipiter la chaux et la magnésie; puis on filtre la liqueur et on l'évapore à siccité. On calcine fortement le résidu dans un creuset de porcelaine; on le reprend par l'eau pour précipiter tout l'acide sulfurique par l'eau de baryte. La nouvelle liqueur filtrée et évaporée donne la lithine pure.

157. Nouvelle méthode de pulvérisation du phosphore; par M. Casaseca.

La méthode qu'indiquent tous les auteurs de chimie pour pulvériser le phosphore consiste, comme tout le monde le sait, à agiter pendant quelque temps ce corps dans l'eau dans un flacon bien bouché; mais la pulvérisation obtenue par ce moyen

est fort imparfaite : tandis que, si l'on remplace dans cette expérience, l'eau par l'alcool à 36°, on obtient très-aisément une poudre de la plus grande ténuité et jouissant d'un aspect cristallin, à tel point qu'en agitant le liquide au soleil, on croirait le flocon entièrement rempli d'une légère poussière brillante. (*Journ. de Pharmacie ;* avril 1830, p. 202.)

158. Moyen de reconnaitre la présence des chlorures dans les bromures; par M. Caillot. (*Ibid.;* juill. 1830, p. 442.)

Le chromate de potasse ne décompose pas le bi-bromate de mercure, tandis qu'il décompose les autres sels mercuriels solubles. C'est donc un moyen de reconnaître les chlorures dans les bromures ; car il suffit de transformer ces chlorures en chlorures mercuriels, par la sublimation du mélange avec un sel de mercure, ou de toute autre manière, puis d'examiner la réaction du chromate de potasse.

159. Procédés pour la préparation du cyanure de zinc. Cyanure de zinc et d'ammoniaque; par MM. Corriol et Berthemot. (*Ibid.;* p. 444.)

L'acide hydrocyanique précipite le zinc de sa dissolution étendue dans l'acide acétique. On peut encore former le cyanure de zinc en faisant réagir l'acide hydrocyanique sur l'oxide de zinc..

On obtient le cyanure double de zinc et d'ammoniaque en saturant de l'ammoniaque par du cyanure de zinc et faisant cristalliser, ou mieux, en faisant passer un courant de gaz hydrocyanique dans un mélange d'oxide de zinc et d'ammoniaque. Ce sel est efflorescent et cristallise en prismes rhomboïdaux presque carrés, dont les arêtes sont remplacées par des facettes.

160. Sur le précipité pourpre de Cassius, et sur sa préparation; par M. Buisson. (*Ibid.;* oct. 1830, p. 629.)

L'auteur propose le procédé suivant pour former le précipité pourpre de Cassius : 1° préparer d'une part du protochlorure d'étain, en dissolvant, à froid ou à chaud, de la grenaille d'étain, 1 gramme, dans de l'acide hydro-chlorique. Que

la dissolution soit neutre. 2° Préparez d'autre part du deuto-chlorure, en faisant réagir à froid d'abord, pour éviter une action trop vive, et à chaud ensuite, s'il est nécessaire, une eau régale, composée de trois parties d'acide nitrique et une d'acide hydro-chlorique sur deux grammes d'étain, suffisante pour que la dissolution soit neutre; qu'elle soit bien exempte de proto-chlorure: on le reconnaîtra, parce que pure elle ne développera point de couleur dans la liqueur d'or. 3° Pour obtenir cette dernière, vous dissolvez à chaud 7 grammes d'or dans une eau régale, formée d'une partie d'acide nitrique sur six parties d'acide hydro-chlorique. Que la solution soit neutre ou à peu près. Pour opérer, prenez la dissolution d'or, étendue d'une demi-livre d'eau pour un gramme de métal. Versez-y le deuto-chlorure, mêlez bien, et ajoutez-y, goutte à goutte, votre proto-chlorure jusqu'à ce que vous ayez obtenu la nuance désirée, en vous rappelant que le proto-chlorure fait brunir, que le deuto-chlorure fait violetter, et que les intermédiaires donnent la couleur rouge. Du reste, opérez comme dans les procédés ordinaires, c'est-à-dire, lavez le plus promptement possible pour ne pas laisser un contact prolongé entre les sels d'étain et le précipité qu'ils altéreraient.

Un beau précipité pourpre donna, par l'analyse : or métallique 28,5, deutoxide d'étain 65,9, chlore 5,2, perte 0,4 : total 100.

161. Essais sur les propriétés chimiques et toxiques du poison des agarics a volva; par M. Le Tellier. (*Ibid.*; mars 1830, p. 109.)

Beaucoup de chimistes ont essayé en vain d'isoler la substance vénéneuse des champignons. L'auteur a imaginé d'essayer sur de petits animaux, tous les précipités et les dissolutions que l'on obtient dans ces recherches. Il a, en conséquence, injecté dans le dos des grenouilles le suc de certains agarics après l'avoir filtré, clarifié et concentré, et il a eu la *satisfaction* de voir les grenouilles périr toutes d'une demi-heure à une heure dans des convulsions interrompues par le coma. La matière vénéneuse des champignons n'est affaiblie ni par la dessiccation, ni par une température supérieure à 100°; elle n'est précipitée ou

décomposée ni par les alcalis, ni par les acides, ni par la noix de galle, ni par les acétates de plomb; elle est extrêmement soluble dans l'eau; elle n'a ni odeur, ni saveur, et se trouve mêlée ou combinée à l'état de sel avec le fungate de potasse. Le procédé le plus simple pour la préparer est de traiter le suc des champignons successivement par la chaleur, le sous-acétate de plomb en excès, l'éther bien rectifié, l'acide hydrosulfurique, et de faire cristalliser le liquide qui contient alors en même temps un sous-carbonate minéral qu'on ne peut séparer.

162. Recherches sur les eaux mères incristallisables de la préparation du sulfate de quinine, dans le but d'en extraire l'alcaloïde désigné sous le nom de quinoïdine; par MM. Henry fils et Delondre. (*Ibid.*; mars 1830, p. 144, et mai, p. 320.)

Les auteurs n'ont vu dans la quinoïdine, nouvel alcali végétal du quinquina, annoncé dernièrement par M. Serturner, qu'une modification de la quinine et de la cinchonine réunies et rendues incristallisables par une matière jaune particulière; car ces modifications cessent lorsqu'après beaucoup de temps et de soins on arrive à l'enlever ou à la détruire, et à faire cristalliser. Le plus sûr moyen d'en débarrasser les eaux mères est d'y ajouter de la térébenthine, de précipiter et de dissoudre plusieurs fois dans les acides, et de concentrer et refroidir.

163. Examen chimique de l'écorce du buis; par M. Fauré. (*Ibid.*; juillet 1830, p. 428).

On épuise d'abord l'écorce de buis par l'éther; puis on l'attaque par l'alcool bouillant; on filtre, on évapore la liqueur, on reprend le résidu par l'eau qui le dissout; on filtre la dissolution, on y verse un peu d'acétate de plomb pour précipiter l'acide malique, et on sépare le plomb restant par un courant d'hydrogène sulfuré. On filtre, on concentre la liqueur, et on la traite à chaud par la magnésie. Le précipité magnésien, un peu lavé à l'eau froide, est séché à une douce chaleur, et traité plusieurs fois par l'alcool boiullant. Les liqueurs alcooliques, filtrées et évaporées, laissent une matière solide, rougeâtre,

translucide, d'une saveur très-amère; c'est un véritable alcali végétal, auquel l'auteur donne le nom de *buxine*; car elle verdit très-fortement le sirop de violette. 100 parties de buxine saturent 11, 2 parties d'acide sulfurique à 66°.

1000 parties d'écorce de buis sont formées de chlorophylle 6, matière particulière rousse 3, cire 14, matière grasse azotée 11, résine 40, extractif 141, malate de buxine 11, gomme 44, ligneux 678, cendres formées de sulfate de potasse et de chaux, de carbonate de chaux et de magnésie, de phosphate de chaux, d'oxide de fer et de silice, 52.

164. Essai chimique sur les térébenthines des sapins a cône redressé; par M. Caillot. (*Ibid.*; juillet 1830, p. 436).

En distillant la térébenthine par l'intermède de l'eau, reprenant la térébenthine par l'alcool froid, évaporant la dissolution et traitaut le résidu par deux fois son poids de carbonate de potasse dissous dans l'eau; faisant bouillir, concentrant la liqueur, séparant l'eau mère et délayant la masse savonneuse dans 25 à 30 parties d'eau, il s'en sépare bientôt une matière cristalline que l'auteur nomme *abiétine*. Ces cristaux sont des aiguilles radiées qui sont presque insipides, sans action sur le tournesol, et fusibles même aux rayons solaires; solubles dans l'eau froide, et non dans l'eau chaude; solubles dans l'alcool, l'éther, le naphte et l'acide acétique.

165. Essai de chimie microscopique appliquée à la physiologie, ou l'art de transporter le laboratoire sur le porte-objet, dans l'étude des corps organisés; par M. Raspail. In-8° avec pl. color.; prix, 10 fr. Paris, 1830; Meilhac.

Ce volume présente, dans son ensemble, le grand travail de l'auteur sur la chimie étudiée à l'aide du microscope, que nous avons analysé succinctement en différens articles du *Bulletin*. Il commence par un historique de ces recherches destinées à changer la face de la chimie organique. Elles ont pour base l'analyse de la fécule, qui, comme on l'a vu, n'est qu'un organe végétal, de forme sphéroïdale, composé d'une enveloppe insoluble dans tous les réactifs, et d'une gomme qui s'y trouve renfermée. Cette découverte capitale donne la clef des diffi-

cultés sans nombre que présentait l'histoire chimique de l'amidon; et l'on verra avec plaisir la comparaison que l'auteur établit entre l'ancienne et la nouvelle théorie. Il n'étudie pas seulement les principales espèces de fécule prises à leur état parfait de maturité, mais il en suit l'accroissement et la disparition dans les végétaux. Il fait ensuite une étude complète des graines des céréales, et montre à quoi se réduisent le gluten et l'hordéine, que les chimistes avaient mis au nombre des matières organiques immédiates. Puis il donne l'analyse de l'albumine et fait connaître les analogies de cette substance. Il n'admet point de tissus organiques azotés, et nie l'existence des alcalis végétaux. Les tissus des végétaux sont, pour lui, des combinaisons intimes de gomme et de matières terreuses. Après avoir étudié le pollen des plantes, il passe à l'examen de la graisse chez les animaux; celle-ci est formée, comme la gomme, d'un tégument insoluble et d'une matière soluble, non plus dans l'eau, mais dans l'alcool; c'est l'huile qui, dans le système animal est l'analogue de la gomme dans le système végétal. Il fait ensuite une étude particulière du sang, et du suc qui circule dans les tubes de chara. Dans le cours de ses recherches, il trouve l'occasion de relever beaucoup de méprises faites par les chimistes qui ont étudié des produits de l'organisation: ainsi l'on verra ce que c'est que l'empois, le sulfate d'amidon, l'iodure d'amidon, l'amidine, le ligneux amylacé, l'inuline, la dahline, l'acide pectique, l'acide lactique, etc.

Les travaux de M. Raspail sur les matières organiques, démontrent parfaitement qu'il ne suffit point d'être chimiste, mais qu'il faut encore être physiologiste, pour étudier, sans commettre trop d'erreurs, les produits si variés de l'organisation; toutefois les jeunes chimistes pourront répéter aisément les recherches de l'auteur, et deviendront capables d'en faire d'analogues, pour peu qu'ils s'habituent au maniement du microscope. Ils auront alors l'occasion de faire disparaître à peu de frais, les nombreuses matières immédiates, dont les vieux chimistes voudraient encombrer la science: ce ne serait pas un médiocre service qu'ils lui rendraient, tout en l'enrichissant de nouveaux faits mieux constatés.

TABLE

DES ARTICLES DU CAHIER DE SEPTEMBRE 1830.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,

RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

MATHÉMATIQUES.

166. Principia generalia theoriæ figuræ fluidorum in statu æquilibrii; auct. C. F. Gauss. In-4° de 53 p. Göttingue, 1830; Dietrich.

La théorie des forces qui n'exercent une action sensible qu'à des distances insensibles, conduit à une branche d'analyse, laquelle, dans ses procédés logiques, a quelque analogie avec le calcul infinitésimal. Il s'agit dans l'une et l'autre d'éliminer les signes auxiliaires qui représentent des quantités évanouissantes ou sensiblement nulles, pour arriver à un résultat rigoureusement exact, ou dont l'inexactitude tombe hors des limites de l'observation.

Les supplémens à la *Mécanique céleste*, dans lesquels Laplace a exposé les lois analytiques des phénomènes capillaires, ont ouvert la voie à cet ordre nouveau de considérations, qui paraît si important pour les progrès de la philosophie naturelle : la même théorie est reprise ici par M. Gauss, mais ce savant géomètre la fonde sur des méthodes bien plus recommandables par leur élégance et leur généralité; c'est donc un devoir pour nous de donner de son mémoire une idée aussi complète que possible.

Les physiciens du dernier siècle étaient enclins à expliquer par la seule attraction newtonienne (d'une manière vague à la vérité) tous les phénomènes d'attraction, de cohésion et autres, que nous attribuons à des forces moléculaires d'une nature différente : M. Gauss réfute leur opinion; car, dit-il, la plus grande attraction qu'une masse, de figure quelconque, puisse

exercer dans l'hypothèse newtonienne sur un point placé comme on voudra, est à l'attraction que la même masse réduite en sphère exercerait sur un point placé à sa surface, :: 3 : $\sqrt[3]{25}$; elle serait donc insensible par rapport à la gravité pour toutes les masses soumises à nos expériences, et qui sont nulles en comparaison de celle de la terre; par conséquent elle ne produirait que des effets inappréciables, et serait insuffisante pour expliquer la cohésion ou les phénomènes capillaires.

M. Gauss, tout en repoussant comme vaines les objections qu'on a faites à la théorie de Laplace, signale une défectuosité qui n'avait pas été relevée : elle consiste dans la supposition gratuite que le plan tangent à la surface libre du liquide, à la limite du *domaine* (1) de la force attractive des parois, fait un angle constant avec le plan qui touche la paroi, si toutefois la continuité de la figure du vase n'est pas interrompue dans le voisinage de la surface libre.

Pour résoudre le problème d'après les principes les plus généraux, l'auteur représente par les caractéristiques fr et Fr les fonctions de la distance r, suivant lesquelles décroissent l'attraction du liquide pour lui-même et du liquide pour le solide; par φr et Φr les fonctions $-\int frdr$, $-\int Frdr$; ensuite il considère la formule

$$\Omega = -gc\int zds + \tfrac{1}{2}c^2\int\int ds.ds'.\varphi(ds, ds') + cC\int\int ds.dS.\Phi(ds, dS),$$

dans laquelle g désigne le coefficient de la gravité, z l'ordonnée verticale, c la densité uniforme du liquide remplissant un espace s, C la densité uniforme de la matière solide remplissant un espace S; (ds, ds') la distance entre deux élémens du liquide ds, ds'; (ds, dS) la distance entre un élément ds du liquide et un élément dS du solide. D'après le théorème fondamental de statique, l'équilibre sera assuré si cette fonction Ω est un *minimum*; et il faut bien remarquer que les intégrales qui entrent dans sa composition sont sextuples : leur réduction est le premier objet que l'on doit se proposer.

Pour envisager la question dans un sens général et applica-

(1) Nous proposons cette expression, qu'on trouvera peut-être bizarre, pour désigner sans circonlocution l'étendue insensible dans laquelle les forces moléculaires exercent une action sensible.

ble à d'autres problèmes de physique, on peut considérer l'intégrale

$$(1) \qquad \iint ds \, . \, dS \, . \, \varphi(ds, dS),$$

dans laquelle s, S désignent deux espaces qui peuvent se pénétrer, se toucher, ou être entièrement isolés l'un de l'autre. Imaginons un point μ, autour duquel comme centre on décrive une surface sphérique d'un rayon$=1$; appelons dt l'aire interceptée sur la surface de l'espace s par un élément pyramidal ayant son sommet au point μ, q l'angle que fait la normale à l'élément ds, dirigée en dehors de l'espace s, avec la droite r menée du point μ à cet élément: posons enfin

$$\int r^2 \varphi r \, . \, dr = \psi r;$$

des considérations purement géométriques font voir que l'intégrale triple

$$\int ds \, . \, \varphi(\mu, ds)$$

peut se transformer en

$$\int \frac{dt \, . \, cos. q \, . \, \psi r}{r^2}, \quad 4\pi\psi o + \int \frac{dt \, . \, cos. q \, . \, \psi r}{r^2}, \quad 2\pi\psi o + \int \frac{dt \, . \, cos \, . \, q \psi r}{r^2},$$

selon que le point μ est extérieur ou intérieur à l'espace s, ou placé à sa surface; c'est une démonstration nouvelle du théorème donné par M. Poisson dans sa théorie du magnétisme, et nous regrettons que M. Gauss ne l'ait pas cité.

L'intégrale (1) devient en vertu de ce qui précède :

$$4\pi\sigma\psi o + \iint dt \, . \, dS \, . \, \frac{cos. q \, . \, \psi(dt, dS)}{(dt, dS)^2},$$

en désignant par σ le volume commun aux espaces s et S; elle est par conséquent ramenée à une intégrale quintuple.

Afin de la réduire encore, l'auteur considère l'intégrale triple

$$\int dS \, . \, \frac{cos. q \, . \, \psi(\mu, dS)}{(\mu, dS)^2},$$

et guidé par les mêmes principes, il fait

$$\int \psi r \, . \, dr = \theta r;$$

au moyen de quoi l'intégrale précédente devient

$$\int \frac{dT \, . \, cos. q \, . \, cos. Q \, . \, \theta R}{R^2},$$

16.

les lettres T, Q, R ayant par rapport à l'espace S les mêmes significations que leurs minuscules par rapport à l'espace s. Il n'y a pas de terme constant à ajouter, soit que le point μ se trouve extérieur ou intérieur à l'espace S; mais il cesse d'en être ainsi, quand le point est placé à la surface même de cet espace. En ayant égard à cette circonstance, et désignant par η la portion de surface commune aux espaces s et S, on obtient pour la fonction (1), ramenée à ne plus dépendre que d'une intégrale quadruple :

$$4\pi\sigma\psi o \mp \pi\eta\theta o + \iint \frac{dt \,.\, dT \,.\, \cos.q \,.\, \cos.Q \,.\, \theta(dt, dT)}{(dt, dT)^2}.$$

Le terme $\pi\eta\theta o$ sera pris positivement ou négativement, selon que les surfaces des espaces s, S se touchent en dedans ou en dehors.

Dans l'expression de la force moléculaire fr, il convient de supposer que l'attraction newtonienne n'est point comprise, car cette dernière attraction est insensible et n'apportera aucune modification appréciable aux phénomènes. Il suit de là que la valeur de l'intégrale $\int frdr = -\varphi r$, depuis une valeur quelconque de r, située hors du domaine de la force, jusqu'à l'infini, est insensible; en sorte qu'on peut prendre pour φr l'intégrale définie

$$\int_r^\infty fr\,dr.$$

De cette manière φr sera, comme fr, une quantité insensible pour toute valeur sensible de r.

On ne doit pas en conclure que l'intégrale $\int r^2 \varphi r \,.\, dr = -\psi r$, étendue depuis un point situé hors du domaine de la force, jusqu'à l'infini, aurait aussi une valeur insensible, ainsi que Laplace semble l'avoir supposé; mais ce qui revient au même quant au résultat, cette intégrale demeurera insensible, si l'on prend pour sa limite supérieure une valeur quelconque de l'ordre des dimensions des corps soumis aux expériences. En choisissant une telle limite, on pourra dire de la fonction ψr tout ce qui a été dit des fonctions fr et φr; l'explication des phénomènes exige de plus que ψo soit une quantité finie, quoique très-grande.

A l'égard de la fonction $\int \psi r dr = -\theta r$, en prenant pour limite supérieure une valeur aussi quelconque, mais de l'ordre des dimensions des corps sur lesquels on opère, on pourra appliquer à θr ce qui vient d'être dit de ψr; seulement on démontre que θ_0 doit avoir une valeur insensible relativement à ψ_0.

Il s'agit maintenant d'effectuer les intégrations indiquées dans les formules qui précèdent : à cet effet, l'auteur considère en premier lieu l'intégrale double

$$(2) \qquad \int \frac{dt \,.\, cos.\, q \,.\, cos.\, Q \,.\, \theta(\mu, dt)}{(\mu, dt)^2},$$

qui aura évidemment une valeur insensible, toutes les fois que le point μ sera situé à une distance sensible de la surface t qui termine l'espace s; attendu que dans ce cas $\theta(\mu, dt)$ aura constamment une valeur négligeable. Mais lors même que $\theta\ (\mu, dt)$ obtient une valeur sensible

$$\frac{dt.\, cos.\, q}{(\mu, dt)^2}$$

qui exprime la projection de l'élément dt sur la surface sphérique décrite autour de μ comme centre, et d'un rayon $= 1$, peut être une quantité insensible, et rendre négligeables les élémens correspondans de l'intégrale. Il en résulte que, si le point μ est situé sur la surface t elle-même, l'intégrale (2) est encore entièrement négligeable, pourvu toutefois,

1° Que les rayons de courbure de la surface t au point μ ne soient pas d'une grandeur insensible;

2° Qu'il n'y ait pas solution de continuité dans la courbure au point μ, ou à une distance insensible de ce point ;

3° Que l'espace s ne forme pas au point μ une couche d'une épaisseur sensible.

Si au contraire le point μ, sans être à une distance sensible de la surface t, ni sur cette surface elle-même, en est à une distance insensible, l'intégrale (2) aura pour valeur

$$\pm \pi\ cos. k.\ \theta' \rho,$$

en désignant par ρ la moindre distance du point μ à la surface, par k l'angle de ρ avec une droite fixe, et posant

$$2 r^2 \int \frac{\theta\, r.\, dr}{r^3} = -\theta' r,$$

de sorte que la limite supérieure de l'intégrale soit arbitrairement choisie parmi les valeurs sensibles, de l'ordre de celles

que l'on considère dans les expériences. On démontre d'ailleurs que $\theta'_o = \theta_o$.

De ce calcul préliminaire, M. Gauss déduit l'expression générale

$$\int\!\!\int ds\,.\,dS\,.\,\varphi(ds\,,\,dS) = 4\pi\sigma\psi o - \pi n\theta o + \pi n'\theta o - \pi\int d\tau\theta'\rho + \pi\int d\tau'\theta'\rho\,,$$

en désignant par τ, τ' les portions de la surface T qui sont à une distance insensible de la surface t, mais de manière que τ se rapporte aux points où l'une des deux surfaces t, T est intérieure à l'autre, et τ' aux points où ces deux surfaces sont opposées.

La fonction Ω devient par ce moyen

$$-g\epsilon\int z\,ds + \tfrac{1}{2}c^2 s\psi o - \tfrac{1}{2}\pi c^2 t\theta o + \pi c\,\mathrm{C}\mathrm{T}\Theta o\,,$$

sauf toutefois des cas exceptionnels, analogues à ceux que nous avons énumérés plus haut, et auxquels il faudrait avoir égard dans la théorie mathématique des phénomènes de la capillarité, si une pellicule liquide était adhérente aux parois du vase. Cette hypothèse écartée, la fonction qui doit être un *minimum* dans l'état d'équilibre, est

$$\int z\,ds + \frac{\pi c\theta o}{2g}\,t - \frac{\pi \mathrm{C}\Theta o}{g}\,\mathrm{T}\,,$$

faisons

$$\frac{\pi c\theta o}{2g} = \alpha^2\,,\quad \frac{\pi\,\mathrm{C}\,\Theta o}{2g} = \beta^2\,;$$

appelons U la portion de la surface du liquide qui est libre, en sorte qu'on ait $t = \mathrm{T} + \mathrm{U}$, la fonction précédente deviendra

$$(3)\qquad \mathrm{W} = \int z\,ds + (\alpha^2 - 2\beta^2)\,\mathrm{T} + \alpha^2\,\mathrm{U}\,;$$

la solution du problème consistera à rendre W un *minimum* par le calcul des variations.

Ainsi, dans le cas d'un tube à deux branches verticales et cylindriques, en appelant a, a' les aires de sections intérieures; b, b' les pourtours de ces sections; h, h' les hauteurs de niveau, on aura pour la variation de $\int z\,ds$,

$$a\,h\,dh + a'\,h'\,dh'\,,$$

pour celle de T

$$b\,dh + b'\,dh'\,;$$

dU sera nulle par hypothèse, et en raison de ce que le volume de fluide est invariable, on aura

$$a\,dh + a'\,dh' = 0;$$

de là on tirera pour la condition d'équilibre :

$$h - h' = (2\beta^2 - \alpha^2)\left(\frac{b}{a} - \frac{b'}{a'}\right).$$

Si la seconde branche est si large qu'on puisse négliger $\frac{b'}{a'}$ relativement à $\frac{b}{a}$, il viendra

$$h - h' = (2\beta^2 - \alpha^2)\frac{b}{a};$$

c'est-à-dire que dans les tubes capillaires, l'élévation ou la dépression du fluide est proportionnelle au diamètre du tube.

La détermination du *minimum* de la fonction W par le calcul des variations, fournit à M. Gauss l'occasion de recherches très-subtiles, qui se lient à celles qu'il a publiées relativement à la théorie des surfaces courbes. Elles le conduisent en particulier à établir ce théorème déjà démontré par Laplace, savoir, que pour la surface libre du liquide, on a cette relation

$$z + \alpha^2\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) = const.,$$

dans laquelle R, R' désignent les deux rayons de courbures. Il faut observer que cette relation a lieu, quoiqu'il y ait pour la surface solution de continuité dans le sens analytique; comme il arriverait, par exemple, si cette surface se confondait avec un plan horizontal dans la plus grande partie de son étendue, et qu'elle ne prît une courbure qu'au voisinage des parois; mais il ne faudrait pas qu'il y eût solution de continuité dans le sens géométrique, c'est-à-dire qu'on pût mener à un même point de la surface plusieurs plans tangens.

Appelons i l'angle formé par les plans tangens aux deux surfaces des espaces s et S à leurs points d'intersection : on aura en général

$$cos.\, i = \frac{\alpha^2 - 2\beta^2}{\alpha^2}, \text{ ou } sin.\, \tfrac{1}{2} i = \frac{\beta}{\alpha};$$

c'est là le second théorème fondamental, qui était supposé tacitement dans l'analyse de Laplace, mais qui ne s'y trouvait pas démontré. Il ne subsiste toutefois qu'autant que la surface du vase ne présente pas une arête vive sur le pourtour de la ligne suivant laquelle elle coupe la surface libre du liquide.

Les constantes α, β dépendent des fonctions originaires f, F, suivant des rapports que l'analyse précédente a fait connaître; et si l'on admet que $\frac{fx}{Fx}$ soit un nombre indépendant de x et égal à $\frac{n}{N}$, on pourra poser $\alpha^2 : \beta^2 = cn : CN$; c'est-à-dire que dans cette hypothèse les constantes α^2, β^2 seront proportionnelles aux attractions qu'exercent à la même distance deux molécules de même volume, l'une appartenant au liquide, l'autre à la matière du vase. L'observation de l'angle i pourra déterminer le rapport $\frac{\beta}{\alpha}$, mais d'une manière peu rigoureuse, ainsi que M. Gauss le fait remarquer. Pour le mercure comparé au verre, Laplace a assigné à l'angle i la valeur $43^\circ\ 12'$.

Un cas singulier se présente, quand on a $\beta^2 > \alpha^2$, puisqu'alors l'angle i devient imaginaire. Ce cas singulier est pourtant très-fréquent, puisqu'il a lieu toutes les fois que le liquide est susceptible de *mouiller* les parois du vase. L'équation (3) fait voir en effet que dans l'hypothèse $\beta^2 > \alpha^2$, la condition que la fonction W devienne un *minimum*, est incompatible avec la limitation de la surface T : car si on lui posait une limite quelconque, et qu'ensuite on imaginât une couche très-mince de liquide prolongée au-delà de cette limite, T et U prendraient sensiblement un même accroissement T'; W se changerait en $W - 2T'(\beta^2 - \alpha^2)$, et par conséquent la valeur de W correspondante à la prétendue limite, ne serait pas un *minimum*.

D'après cela il semble qu'on pourrait conclure que la couche mince de liquide serait susceptible de monter indéfiniment le long des parois du vase : la solution de cette difficulté dépend de ce que la fonction W est alors incomplète, et qu'on doit lui adjoindre les termes

$$\frac{\pi C}{g}\int \Theta'\rho\,.\,dT' - \frac{\pi c}{g}\int \theta'\rho\,.\,dT',$$

ou bien

$$\int dT'.\left(\frac{2\beta^2}{\Theta o}\cdot\Theta'\rho - \frac{2\alpha^2}{\theta o}\cdot\theta'\rho\right).$$

Or, sans chercher à en déduire de quelle manière varie l'épaisseur ρ de la couche, on peut aisément comprendre que l'addition de ces nouveaux termes limite l'extension indéfinie dont autrement la courbe fluide semblerait susceptible; car plus la

courbe sera mince, et plus l'influence des termes ajoutés deviendra sensible.

Dans le cas où $\beta^2 < \alpha^2$, le vase ne peut être mouillé par une courbe fluide d'une épaisseur insensible, si la loi des fonctions θ', Θ' est telle que la fonction

$$\alpha^2 \left(1 - \frac{\theta'\rho}{\theta'o}\right) - \beta^2 \left(1 - \frac{\Theta'\rho}{\Theta'o}\right)$$

croisse sans cesse, pendant que ρ passe d'une valeur nulle à une valeur sensible. C'est ce qui a lieu pour l'hypothèse indiquée plus haut, lorsque $\frac{fx}{Fx}$ est indépendant de x. Autrement le vase pourrait être mouillé; et alors la portion de surface libre indépendante de la couche serait déterminée par la réduction au *minimum* de la formule (3), mais après qu'on y aurait remplacé β par une autre constante β', convenablement déterminée; de même que dans le cas où $\beta^2 > \alpha^2$, il faut dans la formule remplacer β par α, pour avoir la figure de la même portion de surface.

En dernier lieu, M. Gauss fait remarquer que les frottemens et l'imparfaite fluidité du liquide peuvent conduire à des états de repos, qui ne sont pas l'état d'équilibre; que cette considération explique les anomolies des phénomènes capillaires observées dans les tubes secs ou non susceptibles d'être mouillés; et il indique brièvement d'autres genres d'observations, qui comportent une précision plus grande. A. C.

167. Note sur différens points d'analyse; par M. Ostrogradsky.

M. Poisson a observé qu'on ne pouvait, dans le calcul de l'action moléculaire, exprimer par des intégrales la force résultante des actions qu'exercent sur une molécule, dans l'intérieur d'un corps, les molécules voisines. Cette remarque jointe à la considération des fonctions qui cessent d'avoir une valeur sensible quand la variable qu'elles renferment en acquiert une, forment la base de la physique mathématique. L'histoire de cette science considérera sans doute Laplace et M. Poisson comme ses véritables fondateurs.

M. Cauchy s'est aussi occupé, dans ses Exercices de mathématiques, de rechercher les équations de l'équilibre et du mou-

vement des corps solides considérés comme composés de molécules disjointes. La manière dont cet habile géomètre obtient les équations en question, peut être simplifiée par une considération que Lagrange a souvent employée, et qui consiste à exprimer les trois composantes rectangulaires de l'action moléculaire en un point du corps, par les différences partielles d'une même fonction, relatives aux trois coordonnées du point.

Considérons un assemblage de molécules disjointes et sollicitées par leurs actions mutuelles; désignons par m et m' les masses de deux molécules dont les centres de gravité répondent respectivement aux coordonnées rectangulaires x, y, z; x', y', z'. En admettant que la forme des molécules n'influe point sur leurs actions mutuelles, la force accélératrice appliquée à la molécule m et due à la molécule m', sera exprimée par $m'f(r)$, r étant la distance mm' et $f(r)$ la loi de l'attraction moléculaire; les composantes de cette force, parallèles aux axes des coordonnées x, y, z, seront respectivement

$$f(r)\frac{x'-x}{r}m',\ f(r)\frac{y'-y}{r}m',\ f(r)\frac{z'-z}{r}m';$$

donc, si le système n'est sollicité que par les actions mutuelles des molécules qui le composent, on aura

$$\frac{d^2x}{dt^2}=\Sigma f(r)\frac{x'-x}{r}m',\ \frac{d^2y}{dt^2}=\Sigma f(r)\frac{y'-y}{r}m',\ \frac{d^2z}{dt^2}=\Sigma f(r)\frac{z'-z}{r}m'$$

le signe Σ étant relatif à toutes les molécules m' qui peuvent avoir une action sensible sur m. Or, en supposant $\int f(r)dr=\mathrm{F}(r)$ et $\mathrm{V}=\Sigma\mathrm{F}(r)m'$, on aura évidemment

$$\Sigma f(r)\frac{x'-x}{r}m'=-\frac{d\mathrm{V}}{dx},\ \Sigma f(r)\frac{y'-y}{r}m'=-\frac{d\mathrm{V}}{dy},\ \Sigma f(r)\frac{z'-z}{r}m'=-\frac{d\mathrm{V}}{dz}$$

d'où

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{d\mathrm{V}}{dx}=0,\ \frac{d^2y}{dt^2}+\frac{d\mathrm{V}}{dy}=0,\ \frac{d^2z}{dt^2}+\frac{d\mathrm{V}}{dz}=0,$$

et il ne reste qu'à chercher la quantité $\mathrm{V}=\Sigma\mathrm{F}(r)m'$.

Désignons par a, b, c les coordonnées de m, par a', b', c' celles de m', dans l'état naturel du système, et supposons $(a'-a)^2+(b'-b)^2+(c'-c)^2=l^2$, $x=a+\epsilon u$, $y=b+\epsilon v$, $z=c+\epsilon w$, $x'=a'+\epsilon u'$, $y'=b'+\epsilon v'$, $z'=c'+\epsilon w'$; ϵ étant une très-petite fraction dont nous négligerons le carré et les puissances supérieures. Cela posé, on trouvera

$$F(r) = F(l) + \frac{dF(r)}{dl};$$

or on a, pour $\varepsilon = 0$,

$$\frac{dF(r)}{dl} = -\left[\frac{dF(l)}{da}(u'-u) + \frac{dF(l)}{db}(v'-v) + \frac{dF(l)}{dc}(w'-w)\right];$$

donc

$$V = \Sigma F(l)m - \varepsilon\Sigma\left[\frac{dF(l)}{da}(u'-u) + \frac{dF(l)}{db}(v'-v) + \frac{dF(l)}{dc}(w'-w)\right]m' \qquad (a)$$

Pour trouver les différentielles $\frac{dV}{dx}$, $\frac{dV}{dy}$, $\frac{dV}{dz}$, on observera que

$$\frac{dV}{da} = \frac{dV}{dx}\frac{dx}{da} + \frac{dV}{dy}\frac{dy}{da} + \frac{dV}{dz}\frac{dz}{da} = \frac{dV}{dx} + \varepsilon\left(\frac{dV}{dx}\frac{du}{da} + \frac{dV}{dy}\frac{dv}{da} + \frac{dV}{dz}\frac{dw}{da}\right)$$

$$\frac{dV}{db} = \frac{dV}{dx}\frac{dx}{db} + \frac{dV}{dy}\frac{dy}{db} + \frac{dV}{dz}\frac{dz}{db} = \frac{dV}{dy} + \varepsilon\left(\frac{dV}{dx}\frac{du}{db} + \frac{dV}{dy}\frac{dv}{db} + \frac{dV}{dz}\frac{dw}{db}\right)$$

$$\frac{dV}{dc} = \frac{dV}{dx}\frac{dx}{dc} + \frac{dV}{dy}\frac{dy}{dc} + \frac{dV}{dz}\frac{dz}{dc} = \frac{dV}{dz} + \varepsilon\left(\frac{dV}{dx}\frac{du}{dc} + \frac{dV}{dy}\frac{dv}{dc} + \frac{dV}{dz}\frac{dw}{dc}\right).$$

Donc aux quantités de l'ordre ε près, on a

$$\frac{dV}{dx} = \frac{dV}{da}, \quad \frac{dV}{dy} = \frac{dV}{db}, \quad \frac{dV}{dz} = \frac{dV}{dc}$$

et, aux quantités de l'ordre ε^2 près,

$$\frac{dV}{dx} = \frac{dV}{da} - \varepsilon\left(\frac{dV}{da}\frac{du}{da} + \frac{dV}{db}\frac{dv}{da} + \frac{dV}{dc}\frac{dw}{da}\right)$$

$$\frac{dV}{dy} = \frac{dV}{db} - \varepsilon\left(\frac{dV}{da}\frac{du}{db} + \frac{dV}{db}\frac{dv}{db} + \frac{dV}{dc}\frac{dw}{db}\right)$$

$$\frac{dV}{dz} = \frac{dV}{dc} - \varepsilon\left(\frac{dV}{da}\frac{du}{dc} + \frac{dV}{db}\frac{dv}{dc} + \frac{dV}{dc}\frac{dw}{dc}\right).$$

En mettant dans les seconds membres des dernières équations à la place de V la valenr (a), on verra qu'il suffit de différentier, par rapport à la quantité a, la fonction $F(l)$ pour avoir $\frac{dV}{dx}$; que, pour avoir $\frac{dV}{dy}$, il faut différentier la même fonction par rapport à b, et qu'il faut la différentier par rapport à c pour avoir $\frac{dV}{dz}$. Cela posé, et ayant admis que l'état naturel du système est tel que $\Sigma\frac{dF(l)}{da}m' = 0$, $\Sigma\frac{dF(l)}{db}m' = 0$, $\Sigma\frac{dF(l)}{dc}m' = 0$, on trouvera

$$\frac{d^2u}{dt^2}=\Sigma\left[\frac{d^2F(l)}{da^2}(u'-u)+\frac{d^2F(l)}{da\,db}(v'-v)+\frac{d^2F(l)}{da\,dc}(w'-w)\right]m'$$

$$\frac{d^2v}{dt^2}=\Sigma\left[\frac{d^2F(l)}{da\,db}(u'-u)+\frac{d^2F(l)}{db^2}(v'-v)+\frac{d^2F(l)}{db\,dc}(w'-w)\right]m'$$

$$\frac{d^2w}{dt^2}=\Sigma\left[\frac{d^2F(l)}{da\,dc}(u'-u)+\frac{d^2F(l)}{db\,dc}(v'-v)+\frac{d^2F(l)}{dc^2}(w'-w)\right]m'.$$

Il ne reste plus qu'à mettre pour $u'-u$, $v'-v$, $w'-w$ leurs valeurs fournies par le théorème de Taylor. Les valeurs sont :

$$u'-u=-\left(\frac{dl}{da}\frac{du}{da}+\frac{dl}{db}\frac{du}{db}+\frac{dl}{dc}\frac{du}{dc}\right)l+\left(\frac{dl^2}{da^2}\frac{d^2u}{da^2}+\ldots\right)\frac{l^2}{2}$$

$$v'-v=\ldots\ldots$$

$$w'-w=\ldots\ldots$$

mais nous nous dispenserons de faire cette substitution à cause du peu d'espace qui nous est accordé.

Je ferai maintenant une remarque sur un point de la théorie des fonctions elliptiques.

Supposons que l'équation $f(y)=0$, où $f(y)$ est une fonction de la quantité y, n'admette point de racines égales, mais que, si l'on substitue à y une fonction d'une autre quantité x, la même équation $f(y)=0$ résolue par rapport à x, fournisse des racines égales. Toutes ces racines seront aussi celles de l'équation $\frac{dy}{dx}=0$, car elles doivent toutes vérifier l'équation $f'(y)\frac{dy}{dx}=0$, et par hypothèse $f'(y)$ ne peut s'évanouir en même temps que $f(y)$. De plus les racines x, doubles, triples... de l'équation $f(y)$, seront respectivement les racines simples, doubles... de l'équation $\frac{dy}{dx}=0$. Il en résulte immédiatement qu'en désignant par A, B, C, D, E des constantes données, par P et Q deux fonctions rationnelles et entières de x, et en supposant

$$f(y)=A+By+Cy^2+Dy^3+Ey^4,\quad y=\frac{P}{Q},$$

toutes les racines doubles de l'équation :

$$AQ^4+BPQ^3+CP^2Q^2+DP^3Q+EP^4=0$$

seront des racines simples de l'équation

$$Q\frac{dp}{dx}-P\frac{dQ}{dx}=0.$$

Je vais maintenant parler d'un développement remarquable

des fonctions à deux variables en séries, développement que Laplace et M. Poisson ont très-souvent employé, et qui procède suivant les fonctions Y des trois quantités cos. q, sin. q cos. p, sin. q sin. p, rationnelles, entières, et vérifiant l'équation à différences partielles

$$\frac{1}{\sin. q}\,\frac{d\left(\sin. q\,\frac{dY}{dq}\right)}{dq}+\frac{1}{\sin.^2 q}\,\frac{d^2Y}{dp^2}+n\,(n+1)\,Y=0$$

p et q étant leurs angles variables, n étant le degré de la fonction entière Y.

Pour avoir l'expression générale de Y, il n'y a qu'à considérer une fonction V de trois quantités x, y, z, entière, homogène, du degré n, et vérifiant l'équation

$$\text{(1)}\qquad \frac{d^2V}{dx^2}+\frac{d^2V}{dy^2}+\frac{d^2V}{dz^2}=0$$

en y remplaçant x par cos. q, y par sin. q cos. p, z par sin. q sin. p, on aura la fonction Y. Or, une fonction entière et homogène du degré n, de trois variables x, y, z, peut être exprimée par $(ax+by+cz)^n$, pourvu que dans le développement de cette dernière fonction on remplace les produits des différentes puissances de quantités constantes a, b, c par les différentes lettres; ainsi, par exemple, on doit remplacer $a^k b^l c^m$ par $A_{k,l,m}$.

En supposant $V=(ax+by+cz)^n$, l'équation... $n(n-1)\,(a^2+b^2+c^2)\,(ax+by+cz)^n=0$, exprimera les relations qui doivent avoir lieu entre les coëfficiens des produits de différentes puissances de x, y, z dans la quantité V, pour que cette quantité satisfasse à l'équation (1).

Si l'on veut écrire la fonction V, il n'y a qu'à éliminer l'un des carrés a^2, b^2, c^2, par exemple c^2, en mettant $-(a^2+b^2)$ à sa place, ce qui donnera

$$V=(ax+by)^n-\frac{n(n-1)}{1\,.\,2}(a^2+b^2)(ax+by)^{n-2}z^2+\ldots$$
$$+c\left[n(ax+by)^{n-1}z-\frac{n(n-1)(n-2)}{1\,.\,2\,.\,3}(a^2+b^2)(ax+by)^{n-3}z^3+\ldots\right]$$

ou bien

$$V=\left(ax+by+z\sqrt{a^2+b^2}\sqrt{-1}\right)^n+\left(ax+by-z\sqrt{a^2+b^2}\sqrt{-1}\right)^n$$
$$+\frac{\left(ax+by+z\sqrt{a^2+b^2}\sqrt{-1}\right)^n-\left(ax+by-z\sqrt{a^2-b^2}\sqrt{-1}\right)^n}{\sqrt{a^2+b^2}\sqrt{-1}}\,c$$

mentale de Buée en la complétant. La voici telle qu'il la présente.

Toutes les lignes droites menées, dans un même plan, à partir d'un même point, suivant des directions quelconques, peuvent être représentées algébriquement, soit en étendue, soit en direction. L'addition de pareilles lignes, quand on en considère la longueur et le sens, doit être faite de la même manière que la composition des mouvemens en dynamique; et alors quatre droites sont dites proportionnelles, tant sous le rapport de leurs dimensions que de leurs directions, lorsqu'étant proportionnelles les unes aux autres relativement à leurs longueurs, la quatrième fait avec la troisième le même angle que la seconde fait avec la première. D'où il suit que, si une ligne tirée dans une certaine direction est considérée comme une quantité positive, et par suite son opposée comme une quantité négative, une ligne menée à angles droits sur celles-ci, sera la racine carrée d'une quantité négative; et une ligne menée dans une direction oblique sera la somme de deux quantités, l'une positive ou négative, et l'autre la racine d'une quantité négative.

Par exemple, s'il s'agissait de trouver la longueur et la direction de $\sqrt{-1}$, comme cette quantité est évidemment moyenne proportionnelle entre $+1$ et -1, et que d'après la définition précédente, une moyenne géométrique doit être également inclinée sur l'un et l'autre des extrêmes, $\sqrt{-1}$ sera perpendiculaire à $+1$ et -1. Quant à la longueur absolue, puisque $\sqrt{-1}$ est moyenne proportionnelle entre $+1$ et -1, et que $+1$ et -1 ont la même longueur absolue, $\sqrt{-1}$ sera égale en longueur à $+1$.

Soit, en second lieu, à trouver la longueur et la direction de $\sqrt[4]{-1}$. Cette quantité étant moyenne géométrique entre $+1$ et $\sqrt{-1}$, il est évident qu'elle est représentée par une droite égale en longueur à $+1$ ou $\sqrt{-1}$, et inclinée de $45°$ sur $+1$. En composant $+1$ et $\sqrt{-1}$ à la manière des forces, on obtient

$$\sqrt[4]{-1} = \cos.\, 45° + \sqrt{-1}\,.\, \sin.\, 45° = \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{-1}}{\sqrt{2}}$$

En opposition à cette manière de représenter les racines paires de quantités négatives, on a élevé plusieurs difficultés. Dans le premier de ses mémoires M. Warren répond à trois ob-

jections principales. On a dit d'abord que de pareilles quantités ne sont que des signes d'impossibilité, tellement que si toutes les racines d'une équation, à laquelle conduit une question proposée, étaient imaginaires, on en devrait conclure simplement que cette question renferme une impossibilité absolue. Pour répondre à cette objection, l'auteur suppose qu'on demande de quelle hauteur x un corps attiré par un autre, doit tomber pour qu'il acquière la vitesse qu'il aurait en tournant librement autour du second, dans un cercle dont le rayon est r. En désignant par n l'exposant de la puissance à laquelle l'action attractive est inversement proportionnelle, on arrive aisément à cette équation

$$x^{n-1} - \frac{2}{3-n} r^{n-1} = 0,$$

qui n'a aucune racine positive quand n est plus grand que 4. Or il est aisé de s'assurer que si n est plus grand que 4, la vitesse circulaire est plus grande que la vitesse acquise, en tombant d'une hauteur même infinie. Par conséquent il y a impossibilité dans la question, quand $n=5$, $n=6$, etc. Dans le premier de ces cas, l'équation devient $x^4 + r^4 = 0$, et n'a que des racines dites imaginaires; dans le second cas, l'équation devient $x^5 + \frac{2}{3} r^5 = 0$, et a une racine négative. Donc les racines négatives peuvent aussi bien que les racines dites imaginaires, indiquer une impossibilité absolue dans la question proposée. On pourrait aussi rencontrer des racines fractionnaires comme signes d'impossibilité. Mais de même qu'on ne peut considérer des quantités négatives et fractionnaires comme n'ayant point d'existence réelle, parce qu'en quelques cas elles sont des signes d'impossibilité, il n'y a pas de raison non plus d'admettre la non-existence des racines dites imaginaires, à cause qu'on les rencontrerait parfois comme indiquant l'impossibilité de certaines questions.

La seconde objection que l'auteur examine est celle-ci : qu'il n'y a aucun rapport nécessaire entre l'algèbre et la géométrie, et que par conséquent on ne doit pas introduire des considérations géométriques dans les questions purement algébriques; et qu'au reste, s'il existait quelques représentations géométriques de ce genre, elles ne devaient pas seulement avoir une analogie avec les radicaux, mais qu'elles devraient en être la vraie

signification. L'auteur fait observer qu'il existe des relations nécessaires entre les quantités dites imaginaires et la circonférence du cercle, par exemple, et qu'on peut arriver à ces relations, sans employer de considérations géométriques nouvelles. En effet, on peut alors arriver à la relation

$$1^x = \cos. c\,x + \sqrt{-1}\ \sin. c\,x,$$

où c exprime la circonférence du cercle dont le rayon est l'unité. On voit ainsi que les racines dites imaginaires sont nécessairement liées au cercle et aux droites qu'on peut y tracer.

Quant à cette troisième objection, que la représentation des racines carrées des quantités négatives ne peut être d'aucun usage pour les géomètres, il suffit pour y répondre, de faire observer que si l'on s'est servi très-souvent et avec avantage, des racines dites imaginaires, bien qu'on n'ait point connu leur véritable signification, il pourrait se faire que leur emploi devînt encore plus avantageux, si on connaissait parfaitement leur valeur géométrique.

Dans son second article, M. Warren complète les formules exponentielles ou logarithmiques, en donnant la signification géométrique des quantités dont les exposans sont dits imaginaires. Voici le principe général duquel il part : soit ρ une quantité quelconque, et supposons qu'elle fasse avec l'unité un angle θ; soit de plus r une quantité positive égale en longueur à ρ, et désignons par u le logarithme hyperbolique réel de r : alors $u+\theta\sqrt{-1}$ sera l'expression générale du logarithme hyperbolique de ρ, lequel sera désigné par ρ'. De cette définition, l'auteur tire une longue suite de corollaires qui contiennent toute la théorie des logarithmes. Il nous serait impossible de la présenter ici, sans copier les 10 pages de formules, où elle se trouve exposée. Contentons-nous de faire observer que l'angle θ peut être augmenté d'un nombre quelconque p de circonférences c, en sorte qu'on a généralement

$$\rho' = u + (\theta + pc)\sqrt{-1},$$

ou mieux $$\rho'_p = u + (\theta + p\,c)\sqrt{-1},$$

si l'on veut indiquer le logarithme qui correspond à une certaine valeur du nombre p, comme on aurait aussi

$$\rho'_q = u + (\theta + qc)\sqrt{-1},$$

pour le logarithme de ρ relativement au nombre entier q. On tire de ces deux dernières formules

$$\rho'_p = \rho'_q + (p-q)\, c\sqrt{-1}.$$

Une fois ce principe posé, on pourra donner à toutes les formules anciennes, comme un nouveau costume, qui n'en changera pas la valeur intrinsèque, mais qui pourra plaire à quelques amateurs de formules. Toute la difficulté retombera sur les imprimeurs, qui n'aimeront guère composer de pareilles formules. Exemple :

$$\rho = \binom{E}{o}^{\, l\,n \binom{E}{o}^{(k+m)\sqrt{-1}}} .$$

$$\sin.(a+b\sqrt{-1}) = \frac{\binom{E}{o}^{a\sqrt{-1}-b} - \binom{E}{o}^{-a\sqrt{-1}+b}}{2\sqrt{-1}} .$$

ASTRONOMIE.

169. **Recherches sur l'astronomie physique**; par M. Lubbock. (*Philosoph. Transact.*; 1830, p. 327).

« Dans le premier volume de la *Mécanique céleste*, dit l'auteur, Laplace a donné les expressions des variations des constantes elliptiques, lorsqu'on néglige les carrés et les autres puissances supérieures des forces pertubatrices ; et, dans le cas où les planètes se meuvent suivant la même direction, dans des orbites sensiblement circulaires et peu inclinés les uns aux autres, il a prouvé que les excentricités et les inclinaisons varient entre des limites très-resserrées, ensorte que, ces conditions étant remplies, il démontrait la stabilité de notre système planétaire. Mais ces conditions ne sont pas nécessaires pour la stabilité d'un système de corps soumis à la loi de l'attraction neutonienne. J'ai donné, dans ce mémoire, les expressions des variations des constantes elliptiques qui ont lieu rigoureusement, quelle que soit la puissance des forces pertubatrices à

laquelle on s'élève. Il est ensuite facile de conclure, par la forme de ces expressions, que, quelle que soit l'approximation à laquelle on les pousse, l'excentricité, le grand axe et la tangente de l'inclinaison de l'orbite sur un plan fixe, ne renferment aucun terme qui soit fonction du temps; ensorte que toutes leurs variations sont périodiques et qu'elles oscillent entre certaines limites. Ce théorème ne serait plus vrai si les planètes se mouvaient dans un milieu résistant.

« J'ai aussi donné, continue l'auteur, quelques équations auxquelles on parvient quand on prend pour la variable indépendante un angle qui, dans le mouvement elliptique, sera l'anomalie; ces équations sont d'une simplicité remarquable, et n'ont, je crois, jamais été obtenues. J'ai enfin donné le développement de la fonction perturbatrice R jusqu'aux quantités qui dépendent des carrés et des produits des excentricités inclusivement. »

Il nous est impossible d'analyser les 30 pages de formules qui forment presqu'à elles seules tout ce mémoire, lequel serait très-important, une fois les calculs bien vérifiés.

170. Rapport fait à l'Académie sur un Mémoire de M. de Pontécoulant, présenté le 16 février 1829, et relatif à la partie des inégalités à longues périodes, résultant de l'action mutuelle de Jupiter et de la Terre, qui dépend du carré de la force perturbatrice; par MM. Bouvard et Poisson. (*Connaiss. des Temps*; 1832, p. 22, et 1833, p. 86.)

Les astronomes ont reconnu des altérations sensibles dans les mouvemens de la Terre et de Jupiter; ils ont trouvé que le mouvement de l'une de ces planètes s'accroît, tandis que l'autre se ralentit, et réciproquement; et le fait étant bien constaté, ce n'est que long-temps après que les géomètres en ont trouvé la cause. Au milieu du siècle dernier, l'Académie des sciences proposa deux fois cette importante question pour sujet de prix. Euler concourut, et quoique les deux pièces qu'il envoya et que l'on a couronnées fussent très-remarquables, la question ne fut cependant pas résolue. Lagrange s'en occupa ensuite dans les anciens mémoires de Turin, et Laplace la reprit de nouveau en entier dans un mémoire lu à l'Académie avant qu'il en fût membre. C'est dans ce mémoire que Laplace

a fait voir, pour la première fois, que les moyens mouvemens des planètes ne sont sujets à aucune inégalité séculaire, du moins quand on néglige les carrés des masses des planètes et les termes du quatrième ordre par rapport aux inclinaisons et aux excentricités. On ne pouvait donc plus attribuer à une semblable cause les altérations observées dans les mouvemens de la Terre et de Jupiter; mais, d'un autre côté, Laplace remarqua dans le même mémoire que ces altérations de signe contraire ont entr'elles le rapport numérique qui devrait exister si elles étaient dues à l'action mutuelle des deux planètes; circonstance qui rendait tout-à-fait improbable la résistance de l'éther et des causes accidentelles, comme l'action passagère des comètes, auxquelles on avait recouru pour expliquer ces phénomènes. Enfin, en 1785, Laplace découvrit la véritable cause des perturbations dont il s'agit. Il fit voir qu'il existe dans les mouvemens de Saturne et de Jupiter une inégalité dont la période comprend plus de 900 ans, et dont les effets peuvent se confondre pendant long-temps avec des variations séculaires. Quoique cette inégalité se trouve parmi les termes du troisième ordre relativement aux excentricités et aux inclinaisons, elle est cependant rendue sensible par la commensurabilité très-approchée des moyens mouvemens des deux planètes, qui fait acquérir à son coëfficient un très-petit diviseur. C'est la prévision de cette influence, si conforme au génie de l'auteur, qui place le mémoire où il a consigné sa découverte, au rang de ses plus beaux ouvrages.

A l'époque que nous venons de rappeler, Laplace s'était borné à considérer les premières puissances de la force perturbatrice; mais en publiant le 3e volume de la *Mécanique céleste*, il reconnut l'utilité de pousser plus loin l'approximation, et de tenir compte du carré de cette force. Il étendit alors, par induction, à cette seconde approximation, le rapport qui a lieu dans la 1re entre les coëfficiens des inégalités à longues périodes, et au moyen duquel on peut déduire le coëfficient relatif à l'une des planètes, de celui qui répond à l'autre. Mais en calculant directement les deux coëfficiens, M. Plana ayant obtenu des valeurs qui ne satisfont pas à ce rapport, Laplace examina la question d'une manière plus approfondie, et il parvint à une équation de condition entre ces coëfficiens, qui ne convient, à la vérité,

qu'à une partie des termes du second ordre, mais dont la démonstration ne peut laisser aucun doute. Ces termes comprennent ceux que M. Plana a considérés ; et néanmoins les valeurs qu'il a trouvées sont encore loin de satisfaire à l'équation dont il s'agit. La différence qui existe à cet égard doit être due à ce que la somme des termes négligés par M. Plana a une valeur sensible, ou bien, à ce que quelques fautes de calcul lui sont échappées. Il était important que cette difficulté fût éclaircie, et que l'on sût à quoi s'en tenir touchant les inégalités dépendantes du carré de la force perturbatrice; car tout ce qui peut affecter la longitude moyenne des planètes influe essentiellement sur l'exactitude des tables astronomiques; et dans la théorie de Saturne, par exemple, les termes provenant du carré de la masse de Jupiter peuvent s'élever jusqu'à 40″ sexagésimales. C'est sans doute pour cette raison que l'Académie de Berlin a proposé, pour sujet d'un prix qu'elle décernera en 1830, le calcul des perturbations de Saturne et de Jupiter, en ayant égard au carré de la force perturbatrice, et la comparaison des résultats de la *Mécanique céleste* avec ceux que M. Plana a publiés.

Dans le mémoire que l'Académie a renvoyé à notre examen, M. de Pontécoulant s'est proposé de faire cette comparaison. Pour cela, il a calculé de nouveau les coëfficiens des termes du second ordre, que Laplace et M. Plana ont considérés. On trouve, dans son mémoire, tous les détails des calculs qu'il a effectués, soit pour Saturne, soit pour Jupiter. Ils supposent, dans l'auteur, des connaissances en analyse jointes à une grande habitude et à une grande sûreté dans les calculs numériques. Ceux-ci ont été vérifiés, en majeure partie, par l'un de nous, qui n'y a reconnu aucune erreur. Les résultats de M. de Pontécoulant satisfont à l'équation de condition que Laplace a donnée, et qui se trouve ainsi vérifiée *à posteriori*. Ils s'écartent beaucoup des résultats de M. Plana; mais en examinant avec soin les calculs dont M. Plana a aussi publié les détails, M. de Pontécoulant y a reconnu plusieurs fautes qu'il a corrigées; et par suite de ces corrections, les résultats déduits de ces calculs n'ont plus présenté de différence notable avec ceux du nouveau mémoire. L'auteur a aussi comparé le coëfficient de l'inégalité de Saturne qu'il a obtenu, à celui que l'on trouve

dans le vi^e livre de la *Mécanique céleste,* T. III, p. 140, et qui avait été calculé autrefois par M. Bouvard. L'un et l'autre s'accordent en grandeur; mais dans la *Mécanique céleste,* on a donné à cette inégalité de Saturne un signe contraire à celui qu'elle doit avoir. M. Bouvard ayant revu le manuscrit de ses anciens calculs, a reconnu l'origine de cette inadvertance, du genre de celles qui arrivent le plus souvent.

Il résulte, de ce que nous venons de dire, que M. de Pontécoulant a atteint le but qu'il s'était proposé; que l'objet de son mémoire ne pourra pas manquer d'intéresser les géomètres et les astronomes, et que les résultats que son mémoire contient seront utiles aux savans qui voudront traiter la question proposée par l'Académie de Berlin. Nous vous proposons, en conséquence, d'approuver le mémoire dont nous venons de vous rendre compte, et d'arrêter qu'il sera imprimé dans le Recueil des savans étrangers. (Ces conclusions ont été adoptées par l'Académie). — M. de Pontécoulant a donné une analyse de son mémoire dans la *Connaissance des Temps,* 1833, p. 86.

PHYSIQUE.

171. Sur la loi de la polarisation partielle de la lumière par réflexion; par M. Brewster. (*Philosoph. Transact.;* 1830, p. 69).

Malus, et après lui, MM. Biot, Arago et Fresnel, ont admis qu'un faisceau de lumière, qui a été réfléchi ou réfracté, se trouve composé de rayons totalement polarisés et de rayons dans leur état naturel. Déjà en 1815, M. Brewster avait communiqué à la Société royale de Londres une série d'expériences sur la polarisation de la lumière par des réflexions successives. Quelque soit l'angle des réflexions successives, inférieur ou supérieur à l'angle sous lequel se fait la polarisation complète, si le nombre de ces réflexions est suffisant, la lumière finira par être complètement polarisée; ensorte qu'à chaque nouvelle réflexion, la lumière éprouve quelque changement physique qui l'amène de proche en proche à cet état de polarisation complète. M. Brewster cherche maintenant à ex-

primer ces actions partielles au moyen d'une formule mathématique.

Si après avoir considéré un faisceau de lumière naturelle comme partagé en deux faisceaux polarisés rectangulairement par un cristal, on conçoit que ces deux faisceaux rebroussent chemin à travers ce même cristal, il est évident qu'ils en sortiront à l'état de lumière naturelle. C'est ainsi que l'on peut remplacer un faisceau de lumière naturelle par deux faisceaux de lumière polarisée dans des plans rectangulaires, et vice versâ.

L'auteur n'a pas trouvé de loi simple, lorsqu'il plaçait les plans de polarisation du faisceau composé dans le plan même de réflexion; mais dans le cas où le plan de réflexion coupait en deux parties égales l'angle droit des deux plans de polarisation, voici les résultats qu'il obtenait. Quand la réflexion était observée sous l'incidence de 90° comptée à partir de la normale, les images réfléchies des deux faisceaux polarisés n'éprouvaient aucun changement, c'est-à-dire que leurs plans de polarisation étaient encore rectangulaires entr'eux, et que ces faisceaux donnaient quatre images d'égale intensité en traversant un cristal de spath d'Islande, dont la section principale coïncidait avec le plan de réflexion. Mais sous une incidence de 80°, l'angle des plans de polarisation avait diminué de 90° à 66°; à 70° d'incidence, il était réduit à 40°; et à 56° 45', angle du maximum de la polarisation par réflexion, les plans de polarisation étaient devenus parallèles entr'eux et au plan de réflexion. Au-delà, l'angle de ces plans augmente de nouveau; il devient égal à 22° sous l'incidence de 50°; de 50°, sous l'incidence de 40°; enfin de 90°, sous l'incidence perpendiculaire. En prenant une ligne droite finie pour représenter la circonférence du cercle, on pourra tracer la courbe dont les élémens sont parallèles aux directions successives des plans de polarisation. Une surface de diamant, prise pour remplacer le plan de verre, indique que l'angle des plans de polarisation est réduit à 46° sous l'incidence de 80°, à 8° sous l'incidence de 70°, et à zéro sous l'incidence de 67° 43'.

Si après avoir considéré l'action des forces réfléchissantes, sur chacun des deux faisceaux polarisés, on considère cette action sur le faisceau qui résulte de leur réunion, c'est-à-dire

sur un faisceau de lumière naturelle, on verra que sous les incidences de 90° et 0°, les surfaces réfléchissantes ne changent pas l'inclinaison mutuelle des plans de polarisation, ou, en d'autres termes, n'altèrent point la lumière naturelle; mais que, sous l'incidence de 56° 45′ pour le verre, et de 67° 43′ pour le diamant, les plans de polarisation de tous les rayons élémentaires deviennent parallèles au plan de réflexion, auquel cas le faisceau est dit complètement polarisé.

On voit donc que la polarisation totale sous un angle d'incidence dont la tangente est l'indice de réfraction, provient de ce que le plan de polarisation d'une moitié du faisceau lumineux tourne de droite à gauche, et le plan de polarisation de l'autre moitié, de gauche à droite, et chacun de 45°. Maintenant, si nous considérons la réflexion sous l'incidence de 80°, par exemple, chacun des plans de polarisation ne fait plus avec le plan de réflexion un angle de 45°, mais un angle de 33°. La lumière a donc éprouvé un changement physique réel, qui l'a éloignée de son état naturel, mais qui ne l'a pas amenée jusqu'à son état de polarisation. Doit-on alors considérer le faisceau lumineux comme formé d'une portion complètement polarisée et d'une portion à l'état naturel? Pour décider cette question, il faut analyser le faisceau lumineux au moyen du spath d'Islande, dont la section principale coïncide avec le plan de réflexion. Comme le plan de polarisation de chacun de ces faisceaux est incliné de 33° sur le plan de la section du rhomboïde, leurs images ordinaires sont beaucoup plus brillantes que leurs images extraordinaires (ces intensités étant proportionnelles aux carrés des cosinus et sinus de 33°); or, le rapport entre les intensités des deux images du faisceau, que l'on considère maintenant comme formé par la réunion des deux premiers, étant absolument le même, Malus en devait conclure naturellement que ce faisceau composé se transformait, par sa réflexion sous l'incidence de 80°, en lumière complètement polarisée et en lumière naturelle. Mais l'action des réflexions successives lui eût fourni un moyen d'analyse plus précis, et il eût vu que la portion de lumière, réputée naturelle, avait réellement éprouvé un changement, et que la portion regardée comme complètement polarisée, bien que disparaissant dans l'image

extraordinaire, ne présentait dans le plan de réflexion aucu rayon polarisé.

Pour résoudre cette question très-intéressante, il faut d'a bord savoir comment une surface réfléchissante altère le pla de polarisation d'un rayon polarisé. Si l'on désigne par i l'angl d'incidence, par i' l'angle de réflexion, par x l'inclinaison o l'azimut du plan de polarisation relativement au plan de ré flexion, avant la réflexion, et par φ cet angle après la réflexio Fresnel a trouvé la formule

$$tang.\ \varphi = tang.\ x\ \frac{cos.(i+i')}{cos.(i-i')},$$

que M. Arago a vérifiée, pour le verre et pour l'eau, mais seu lement pour une valeur constante $x=45^\circ$. M. Brewster avai fait précédemment une longue suite de recherches sur le mêm objet, pour toutes les valeurs de x, et qui s'accordent parfai tement avec la formule de Fresnel. Après avoir employé d verre, il a répété l'expérience avec le diamant, mais pour l seule valeur $x=45^\circ$; puis avec un cristal de quartz, pour tou tes les valeurs de x, et toujours avec le même succès.

Soit, en second lieu, un faisceau de lumière ordinaire, con sistant en deux faisceaux A et B de lumière polarisée dans de plans rectangulaires, dont l'angle est coupé en deux égale ment par le plan de réflexion. On obtiendra deux faisceau de lumière C et D dont les plans de polarisation seront incliné sur le plan de réflexion, non plus de 45°, mais d'un angl moindre φ. En faisant passer C et D à travers un rhomboïde d chaux carbonatée dont la section principale coïncide avec l plan de réflexion, C donnera une image ordinaire E et un image extraordinaire F; D fournira aussi deux images analo gues G et H. Cela posé, si l'on prend pour unité la somme de deux faisceaux réfléchis C et D, comme d'ailleurs l'intensité d l'image extraordinaire est à l'intensité de l'image ordinaire dan le rapport de $sin^2\varphi$ à $cos^2\varphi$, on aura

$$E = G = \tfrac{1}{2}\ sin.^2\ \varphi\ ,\quad F = H = \tfrac{1}{2}\ cos.^2\ \varphi\ ;$$

ce qui donne, pour la différence totale $Q = E + G - F - H$ exprimant la quantité de lumière qui a passé des images ex traordinaires dans les images ordinaires, ou bien la quantité d lumière qui semble polarisée par le plan de réflexion,

$$Q = sin.^2\ \varphi - cos.^2\ \varphi = 1 - 2\ sin.^2\ \varphi\ .$$

Mettant ici pour $\sin^2\varphi$ sa valeur tirée de la formule de Fresnel citée plus haut, on obtient

$$Q = 1 - \frac{2\ tang.^2\ x\ cos.^2\ (i+i')}{cos.^2\ (i-i') + tang.^2\ x\ .\ cos.^2\ (i+i')}.$$

Enfin, si l'on admet la formule de Fresnel, qui sert à passer des intensités des faisceaux incidens aux intensités des faisceaux réfléchis, savoir :

$$1 = \frac{sin.^2 (i-i')}{sin.^2 (i+i')} \cdot \frac{1 + a\ cos.^2\ x}{2} + \frac{tang.^2 (i-i')}{tang.^2\ (i+i')} \cdot \frac{1 - a\ cos.^2\ x}{2},$$

dans laquelle a désigne la portion du faisceau considérée comme complètement polarisée, et $1-a$ la portion considérée comme étant à l'état naturel; d'après les principes de M. Brewster, la lumière incidente sera à la lumière réfléchie, comme l'unité est à

$$\frac{sin.^2 (i-i')}{sin.^2 (i+i')} cos.^2\ x + \frac{tang.^2 (i-i')}{tang.^2 (i+i')} sin.^2\ x\ .$$

On obtiendra donc pour la quantité Q' de lumière qui semble polarisée par réflexion, comparée à la lumièré incidente :

$$Q' = Q \left\{ \frac{sin.^2\ (i-i')}{sin.^2\ (i+i')} cos.^2\ x + \frac{tang.^2\ (i-i')}{tang.^2\ (i+i')} sin.^2\ x \right\}.$$

Cette dernière formule est aussi applicable à un simple faisceau de lumière complètement polarisée, égal en intensité au faisceau de lumière partiellement polarisée. Dans ces deux cas, elle exprime la quantité polarisée, soit réellement, soit en apparence, par le plan réflecteur.

M. Brewster en appliquant sa formule aux observations de M. Arago, fait remarquer que la règle que ce dernier physicien a donnée pour obtenir l'angle de complète polarisation n'est qu'approximative; c'est-à-dire que les quantités de lumière polarisée, à des distances angulaires égales du maximum de la polarisation, et de part et d'autre de ce maximum, ne sont pas parfaitement égales entr'elles.

Arrivant enfin au phénomène des réflexions successives, M. Brewster dit que ses premières recherches à ce sujet, faites depuis 15 ans, paraissent avoir été envisagées comme erronées ou chimériques. Néanmoins, il peut maintenant en démontrer l'exactitude, et prouver que les résultats auxquels il est parvenu sont des conséquences nécessaires et calculables d'une loi générale. En effet, un faisceau de lumière naturelle étant

considéré comme la réunion de deux faisceaux polarisés dans des plans rectangulaires et inclinés chacun de $x=45°$ sur le plan réflecteur, ce faisceau, après qu'il aura été réfléchi sous l'incidence i, aura ses plans de polarisation inclinés d'une quantité φ sur le plan réflecteur ; c'est-à-dire que la lumière, après une première réflexion, pourra être envisagée comme composée de deux faisceaux polarisés dans des plans inclinés l'un à l'autre de l'angle 2φ, connu par la formule

$$tang.\,\varphi = tang.\,x\,\frac{cos.\,(i+i')}{cos.\,(i-i')}\,;$$

et, comme les angles i et i' sont toujours censés les mêmes, dans les réflexions successives, on aura, en désignant par θ l'angle des plans de polarisation avec le plan réflecteur, au bout de n réflexions successives,

$$tang.\,\theta = tang.\,x\left\{\frac{cos.\,(i+i')}{cos.\,(i-i')}\right\}^n;$$

et puisque, pour la lumière naturelle, $x=45°$ et tang. $x=1$, on aura simplement

$$tang.\,\theta = \left\{\frac{cos.\,(i+i')}{cos.\,(i-i')}\right\}^n.$$

L'angle θ ne peut donc jamais devenir égal à zéro, mais on peut s'approcher indéfiniment de cette limite, à laquelle la lumière est complètement polarisée, et l'on s'en approchera d'autant plus rapidement que l'angle i sera mieux choisi. Par exemple, il suffit de deux réflexions successives sous 60° 18' d'incidence pour réduire la quantité de lumière non polarisée à 0,00018. Autre exemple : les réflexions successives se faisant sous l'incidence variable de 70°, au moyen d'un plan de verre, on trouvera successivement

	Valeurs de θ	Lumière non polarisée.
après 1 réflexion...	20° 00.......	0,23392
après 2 réflexions..	7 32.......	0,03432
après 3 réflexions..	2 45.......	0,00460
après 4 réflexions..	1 00.......	0,00060
après 5 réflexions..	0 22.......	0,00008

Rien de plus aisé que d'étendre la formule précédente au cas où l'incidence i varierait d'une réflexion à l'autre, et au cas où la lumière, au lieu d'être homogène, serait diversement réfringente. Dans le réalgar, par exemple, on a l'angle de la polarisation totale, $i=69°$ 0' pour les rayons bleus, $i=68°$ 37'

pour les rayons verts, $i=66^\circ\ 49'$ pour le rayon rouge. On peut encore établir des formules analogues pour les secondes surfaces des plaques, qu'elles soient parallèles ou non aux premières surfaces. Dans l'un et l'autre de ces cas, on observe des phénomènes curieux, dont on n'a jamais déterminé les lois, et desquels on a souvent tiré de fausses conséquences. S.

172. SUR LES LOIS DE LA POLARISATION DE LA LUMIÈRE PAR RÉFRACTION; par M. BREWSTER. (*Ibid.*; p. 133.)

M. Brewster a fait en 1813 un grand nombre d'expériences sur la polarisation par réfraction. M. Arago a fait depuis des expériences d'où il a tiré cette loi, que la quantité de lumière polarisée par réflexion est, sous toutes les incidences, égale à celle qui se trouve polarisée par transmission; mais ce résultat, dit M. Brewster, déduit d'un mode d'observation incorrect, en conduisant à de fausses conséquences, n'a été qu'un obstacle aux progrès de cette branche de l'optique.

On a vu dans l'article précédent que M. Brewster considère un faisceau de lumière naturelle, comme formé de deux faisceaux partiels de lumière polarisée dans des plans rectangulaires. Ces faisceaux partiels ne sont point altérés lorsqu'ils sont transmis à travers une plaque de verre à faces parallèles, dans la direction de la normale. Mais lorsque l'incidence est oblique, l'azimut de chacun de ces plans de polarisation, compté de part et d'autre du plan de réfraction, au lieu de diminuer comme dans le cas de la réflexion, devient, au contraire, de plus en plus grand, à mesure que l'incidence augmente; en sorte que les plans de polarisation tendent à se rabattre sur un plan perpendiculaire à celui d'incidence ou de réfraction, en sorte que la lumière tend à se polariser, non pas dans ce dernier plan, mais dans le plan perpendiculaire. Ainsi chacun des plans de polarisation des faisceaux partiels est incliné de $45^\circ\ 40'$ sur le plan de réfraction, quand l'incidence est de 30°; de $46^\circ\ 47'$, sous l'incidence de 45°; de $50^\circ\ 7'$, sous l'incidence de 60°; et finalement de $66^\circ\ 19'$, sous l'incidence de 90°; ensorte que la rotation de chacun des plans de polarisation est de $21^\circ\ 19'$, effet exactement pareil à celui que produit la réflexion sous des angles variables de 39° à 70°. Mais ici, comme il vient d'être dit, le résultat est de signe contraire.

Telle est l'action des deux surfaces de la plaque. Pour avoir l'action d'une seule surface, l'auteur a pris un prisme de verre dont l'angle était tel qu'un rayon, reçu à la première surface sous une obliquité extrême, traversait la seconde surface dans une direction perpendiculaire, ensorte que l'effet polarisant de l'une n'était point altéré par l'effet polarisant de l'autre. Sous l'incidence de 87° 38′, la rotation cherchée s'éleva à 9° 15′.

M. Brewster essaya ensuite deux espèces de plaques de verre, l'une de *plate glass* et l'autre de *crown glass*. A 86° 1/2 d'incidence, la rotation qu'elles produisaient était respectivement de 16° 16′ et de 16° 0′.

Cette rotation est d'autant plus grande que la substance est plus réfringente. Ainsi l'eau ne donne qu'une rotation de 9° 17′ sous l'incidence de 85°; tandis qu'un flint-glass, doué d'un très-grand pouvoir réfringent, a donné une rotation de 17° 32′ sous l'incidence de 80° seulement.

En désignant par i l'angle d'incidence, par i' l'angle de réfraction, et par φ l'angle azimutal des plans de polarisation par rapport au plan de réfraction, tellement que la rotation des premiers plans soit $\varphi - 45°$, l'auteur trouve que ses observations sont très-bien représentées par la formule empirique

$$\cot.\,\varphi = \cos.\,(i - i'),$$

lorsqu'il s'agit de lumière naturelle, pour laquelle l'azimut des plans de polarisation est de 45°; et par la formule plus générale.

$$\cot.\,\varphi = \cot.\,x\,\cos.\,(i - i'),$$

lorsque cet azimut est mesuré par un angle quelconque x Telle est la formule pour le cas d'une seule surface. Mais si l'on considère deux surfaces, ce qui est le cas d'une simple plaque, la valeur de x pour la seconde surface sera évidemment la valeur de φ pour la première; ensorte qu'appellant θ la valeur de cet angle après n réfractions successives, on a

$$\cot.\,\theta = \cot.\,x\ .\ \cos.^n\,(i - i'),$$

les incidens i étant les mêmes à toutes les surfaces. S'il s'agit de la lumière ordinaire, comme alors $x = 45°$, il reste

$$\cot.\,\theta = \cos.^n\,(i - i').$$

Enfin, s'il ne s'agissait que d'une plaque, on aurait

$$\cot.\,\theta = \cos.^2\,(i - i').$$

M. Breswster a vérifié cette formule, pour toutes les incidences, depuis 0° jusqu'à 90°. Il a aussi vérifié la formule

$$cot.\ \theta = cot.\ x\ cos.^2\ (i - i')$$

pour toutes les valeurs de x sous l'incidence $i = 80°$.

Passant à l'évaluation de la quantité de lumière polarisée par réfraction, l'auteur suit la même marche, *mutatis mutando*, que dans son mémoire précédent pour la quantité de lumière polarisée par réflexion. La lumière transmise, à la première surface, étant prise pour unité, la lumière polarisée sera

$$Q = 1 - 2\ cos.^2\ \varphi\ ;$$

et se reconnaîtra en plaçant la section principale du spath d'Islande perpendiculairement au plan de réfraction. Mais à cause de cot. φ = cos. ($i - i'$), il vient :

$$Q = 1 - \frac{2\ cot.^2\ x\ cos.^2\ (i - i')}{1 + cot.^2\ x\ cos.^2\ (i - i')}\ .$$

Si l'on veut ensuite prendre pour unité le faisceau de lumière incident, comme la lumière transmise est la lumière incidente, moins la lumière réfléchie, on aura pour l'intensité de la lumière polarisée Q', comparée à la lumière incidente (Voy. le Mémoire précédent.)

$$Q' = Q \left\{ 1 - \frac{sin.^2\ (i - i')}{sin.^2\ (i + i')} cos.^2\ x - \frac{tang.^2\ (i - i')}{tang.^2\ (i + i')} sin.^2\ x \right\}\ .$$

Comme les plans de polarisation des deux faisceaux polarisés, dont se compose la lumière naturelle, ne peuvent jamais être ramenés à la coïncidence par l'effet de la réfraction, quel que soit d'ailleurs le nombre de ces réfractions, il s'ensuit que la réfraction ne peut pas complètement polariser la lumière. Néanmoins on peut s'approcher indéfiniment de cette limite, en augmentant le nombre des réfractions. Ainsi la lumière d'une bougie placée à 10 où 12 pieds, peut être sensiblement polarisée par huit plaques de verre ou seize surfaces sous l'incidence de 78° 52'; car alors l'azimut des plans de polarisation atteint 88° 50'. Si l'incidence n'était que de 61° il faudrait 24 plaques ou 48 surfaces pour atteindre l'azimut de 89° 36'. Sous l'incidence de 43° 34' la lumière paraîtrait complètement polarisée par 47 plaques ou 94 surfaces; car on atteindrait l'azimut de 88° 27'.

Il était ensuite curieux de savoir si la loi de M. Arago sur les quantités de lumière polarisée par réflexion et par réfraction

étaient toujours égales entre elles. Pour cela, comme il s'agit de lumière incidente naturelle, il faut faire $x = 45^\circ$ dans les valeurs de Q′ de ce Mémoire et du Mémoire précédent; ce qui donne, en désignant par 1 la lumière incidente: 1° pour la quantité de lumière polarisée par réflexion,

$$Q' = \left\{ 1 - \frac{2 \cos.^2(i+i')}{\cos.^2(i-i') + \cos.^2(i+i')} \right\} \left\{ \frac{\sin.^2(i-i')}{2\sin^2(i+i')} + \frac{\tang.^2(i-i')}{2\tang.^2(i+i')} \right\};$$

2° Pour la quantité de lumière polarisée par réfraction,

$$Q' = \left\{ 1 - \frac{2\cos.^2(i-i')}{1+\cos.^2(i-i')} \right\} \left\{ 1 - \frac{\sin.(i-i')}{2\sin.^2(i+i')} - \frac{\tang.^2(i-i')}{2\tang.^2(i+i')} \right\}$$

Or on trouvera que ces deux valeurs sont identiquement les mêmes; d'où résulte cette loi importante, qu'à la première surface de tous les corps et sous toutes les incidences, la quantité de lumière polarisée par réfraction est égale à la quantité de lumière polarisée par réflexion. « Je dis tous les corps, ajoute M. Brewster, puisqne la loi est également applicable aux autres surfaces des métaux et à celles des corps cristallisés, bien que l'action de leurs premières surfaces soit masquée ou modifiée par d'autres causes.

D'après le premier Mémoire, on a, pour le cas de la réflexion de la lumière naturelle,

$$\tang.\ \varphi' = \frac{\cos.(i+i')}{\cos.(i-i')};$$

et, d'après le Mémoire actuel, dans le cas de la réfraction,

$$\cot.\ \varphi = \cos.(i-i'),$$

en accentuant la première lettre φ, pour ne pas la confondre avec la seconde. Cela posé, si l'on cherche à déterminer la relation qui existe entre φ et φ', lorsque les portions de lumière réfléchie et de lumière réfractée sont précisément les mêmes, c'est-à-dire lorsque les deux derniers facteurs entre parenthèses, des valeurs précédentes de Q', sont égaux entre eux, on trouve

$$\sin.^2\ \varphi = \cos.^2\ \varphi'.$$

Ainsi la lumière réfléchie est égale à la lumière transmise, lorsque l'azimut des plans de polarisation des faisceaux réfléchis, par rapport au plan de réflexion, est le complément de l'azimut des plans de polarisation des faisceaux réfractés, par rapport au même plan de réflexion; ou, ce qui revient au même, les deux portions de lumière, réfléchie et transmise, sont

égales entre elles, lorsque l'azimut des plans de polarisation des faisceaux réfléchis, par rapport au plan de réflexion, est égal à l'azimut des plans de polarisation des faisceaux réfractés, par rapport à un plan perpendiculaire à celui de réflexion.

Au reste, on saisira mieux le sens de ces diverses formules, si on les réduit en nombres, comme dans le tableau suivant, où l'indice de réfraction du verre est 1,525, et la lumière incidente 1000.

ANGLES d'incidence, i.	ANGLES de réfraction, i'.	AZIMUT DU PLAN DE POLARISATION.		QUANTITÉ DE LUMIÈRE		
		lumière réfléchie, φ'.	lumière réfractée, φ.	réfléchie, R.	transmise, 1000—R.	polarisée, Q'.
0° 0'	0° 00'	45° 00'	45° 00'	43,23	956,77	0.
2 0	1 18,7	44 57	45 00,7	43,26	956,74	0,07
10 0	6 32	43 51	45 03	43,39	956,61	1,73
20 0	12 58	40 13	45 13	43,41	956,59	7,22
25 0	16 05	37 21	45 21	43,64	956,36	11,6
30 0	19 08,5	33 40	45 31	44,78	954,22	17,24
35 0	22 06	29 08	45 44	46,33	953,67	24,4
40 0	24 56	23 41	46 00	49,10	950,90	32,2
45 0	27 37,5	17 22,5	46 20	53,66	946,33	44,0
50 0	30 09	10 18	46 45	61,36	938,64	57,4
56 45	33 15	0 00	47 29	79,5	920,5	79,5
60 0	34 36	5 04,5	47 54,5	93,31	906,69	91,6
65 0	36 28	12 45	48 42	124,86	875,14	112,7
70 0	38 02	18 32	49 28	162,67	837,33	129,8
75 0	39 18	26 52	50 55	257,56	742,44	152,3
78 0	39 54	30 44	51 48	329,95	670,05	157,6
78 7	39 55	30 53	51 50	333,20	666,80	157,65
79 0	40 04	31 59	52 07	359,27	640,73	157,6
80 40	40 13	33 13	52 27,5	391,7	608,3	156,7
82 4	40 35	36 22	53 26,3	499,44	500,56	145,4
84 0	40 42	38 02	53 57	560,32	439,68	134,93
85 0	40 47	39 12	54 22	616,28	383,72	123,7
85 50,7	40 50,7	40 12	54 44	666,44	333,56	111,11
86 0	40 51	40 22,7	54 48	676,26	323,74	108,67
87 0	40 54	41 32	55 16	744,11	255,89	89,8
88 0	40 57,5	41 23	55 43	819,9	180,1	65,9
89 0	40 58	43 51	56 14	904,81	95,19	36,3
90 0	40 58	45 00	56 29	1000.	0.	0.

On voit par ce tableau, que la quantité absolue de lumière polarisée atteint son maximum 157,65, sous l'incidence de 78° 7'; mais ce point n'est pas celui du maximum des forces polarisantes; car, par rapport à la lumière réfléchie R, ce dernier maximum a lieu sous l'incidence de 56° 45', puisque la lumière réfléchie 79,5 est complètement polarisée. Relativement à la lumière transmise 1000—R, la force polarisante croît continuellement depuis 0° jusqu'à 90° d'incidence; et si à cette dernière

limite, il n'y a point de lumière polarisée, c'est parce qu'il n'y a point de lumière transmise; aussi l'azimut atteint son maximum 56° 29′ sous l'incidence de 90°. — On voit que pour l'incidence de 78° 7′, correspondant au maximum absolu de lumière polarisée, la lumière réfléchie 333,20 est précisément la moitié de la lumière transmise 666,80. — Enfin, sous l'incidence de 56° 45′, pour laquelle toute la lumière se trouve polarisée, on a

$$\text{tang. } \varphi' = \frac{\cos.(i+i')}{\cos.(i-i')} = 0,$$

d'où cos $(i+i') = 0$, sin. $(i+i') = 1$, $i+i = 90°$; valeurs qui changent la lumière réfléchie

$$R = \tfrac{1}{2}\left\{\frac{\sin.^2(i-i')}{\sin.^2(i+i')} + \frac{\text{tang.}^2(i-i')}{\text{tang.}^2(i+i')}\right\},$$

en

$$R = \tfrac{1}{2}\cos.^2 2i.$$

Cette formule donne, pour tous les corps, la quantité de lumière réfléchie sous l'angle de la polarisation complète.

« J'ai déjà mentionné, dit M. Brewster, en terminant son Mémoire, l'expérience faite par M. Arago sur les plaques de verre, au moyen de laquelle il a cru démontrer que, sous toutes les incidences, la quantité de lumière polarisée par transmission est égale à la quantité de lumière polarisée par réflexion. M. Arago a étendu cette loi au cas des surfaces simples; mais il est singulier que la loi soit vraie relativement aux surfaces simples, quoique rien n'ait été fait pour le démontrer; tandis que la loi soit inexacte relativement aux plaques, pour lesquelles on croyait l'avoir démontrée. Mais ceci sera plus amplement examiné dans le Mémoire suivant. » S.

173. ACTION DES SECONDES SURFACES DES PLAQUES TRANSPARENTES SUR LA LUMIÈRE; par M. BREWSTER (*Ibid.*, p. 145.)

Dans ce Mémoire, M. Brewster se propose de discuter le mérite de l'expérience par laquelle M. Arago a cru pouvoir démontrer que sous toutes les incidences, la quantité de lumière polarisée par réflexion sur une plaque de verre, est précisément égale à la quantité de lumière polarisée par transmission. Voici l'expérience de M. Arago : il place une feuille de papier blanc horizontalement, et verticalement une plaque de verre au-dessus. L'œil situé, par exemple, en avant de cette plaque, reçoit, dans la même direction, un rayon transmis à travers la pla-

que, et un rayon réfléchi par celle-ci, le premier rayon provenant d'un point B du papier situé derrière la plaque, et le second rayon provenant d'un point A du papier situé en avant et à la même distance de la plaque. On a soin d'intercepter tous les autres rayons, au moyen d'un écran percé d'un petit trou et placé entre l'œil et la plaque. Cela posé, on étudie le rayon transmis à l'œil, au moyen d'un rhomboïde de spath d'Islande. En interceptant d'abord, au moyen d'un écran, le rayon transmis, on obtient par l'effet seul du rayon réfléchi, deux images de l'orifice, l'une ordinaire $a+\frac{1}{2}b$, et l'autre extraordinaire, $\frac{1}{2}b$. En interceptant ensuite le rayon réfléchi, on obtient par l'effet seul du rayon transmis, deux images, l'une ordinaire $\frac{1}{2}b'$, et l'autre extaaordinaire $a'+\frac{1}{2}b'$. Maintenant si on laisse arriver à la fois le rayon transmis et le rayon réfléchi, on obtiendra deux images, l'une ordinaire $a+\frac{1}{2}b+\frac{1}{2}b'$, et l'autre extraordinaire $a'+\frac{1}{2}b'+\frac{1}{2}b$. Or, sous toutes les incidences, ces deux images sont parfaitement égales; donc $a=a'$, c'est-à-dire que la lumière polarisée par réflexion est toujours égale à la lumière polarisée par transmission.

Cette loi n'est vraie, comme on l'a vu dans les deux Mémoires précédens, que pour la lumière qui n'a éprouvé qu'une seule réflexion comparée à celle qui n'a subi qu'une seule réfraction. Mais dans l'expérience de M. Arago, le premier faisceau éprouve d'abord une réflexion sur la première surface de la plaque; puis une portion de ce faisceau pénètre dans l'épaisseur de cette plaque pour se réfléchir à la seconde surface, et ressortir par la première. Quant au faisceau transmis, il n'arrive à l'œil qu'après avoir subi deux réfractions, l'une en entrant dans la plaque et l'autre en sortant de cette plaque. Or il n'est pas probable qu'un faisceau lumineux, formé par la réunion de tant de faisceaux hétérogènes, puisse donner sous toutes les incidences, une quantité de lumière polarisée dans le plan de réflexion, toujours égale à la quantité de lumière polarisée dans un plan perpendiculaire au premier. Cette seule considération eût dû porter M. Arago à croire que le rapport simple auquel il se trouvait conduit, n'était que le résultat d'une compensation fortuite entre les divers élémens de son observation.

Suivons d'abord la marche du faisceau réfléchi par la plaque,

Des rayons de ce faisceau naturel sont d'abord réfléchis à la première surface sous une incidence i, comptée à partir de la normale. D'autres rayons pénètrent dans l'intérieur de la plaque, sous un angle de réfraction i'. L'azimut de leurs plans de polarisation, qui était d'abord de 45°, augmente, et sa valeur φ est donnée par la formule, $\cot \varphi = \cos. (i - i')$.

Arrivés à la seconde surface de la plaque, quelques-uns de ces derniers rayons s'y trouvent réfléchis sous l'incidence i', en sorte que l'azimut de leurs plans de polarisation diminue, et prend la valeur φ', donnée par la formule

$$tang.\ \varphi' = tang.\ \varphi \frac{\cos.(i + i')}{\cos.(i - i')} = \frac{\cos.(i + i')}{\cos.^2(i - i')}.$$

Enfin ces rayons éprouvent, au sortir de la plaque par la première surface, une seconde réfraction sous l'incidence i', qui augmente de nouveau l'azimut de leurs plans de polarisation; cet azimut définitif étant représenté par φ'', on a

$$\cot.\ \varphi'' = \cos.\ \varphi' \cos.\ (i - i') = \frac{\cos.^3(i - i')}{\cos.(i + i)}.$$

Or, ces rayons qui émergent après une réflexion et deux réfractions, seront à l'état naturel si $\varphi'' = 45°$, c'est-à-dire si $\cot \varphi'' = 1$, ou $\cos (i + i') = \cos^3 (i - i')$. Dans le verre, pour lequel l'indice de réfraction est 1,525, cet effet a lieu par l'incidence de 78° 7'; dans le diamant, un peu au-dessous de 78°; et dans l'eau, peu au-dessus de 80°. Quand l'incidence est moindre, les rayons sont partiellement polarisés dans le plan de réflexion, puisqu'alors φ'' est moindre que 45°. Quand l'angle d'incidence est plus grand, les rayons sont partiellement polarisés dans un plan perpendiculaire à celui de réflexion, puisqu'alors φ'' est supérieur à 45°. De là cette loi curieuse.

« Un faisceau de lumière réfléchie par la seconde surface des plaques transparentes, et qui arrive à l'œil après deux réfractions et une réflexion intermédiaire, contient une portion de lumière polarisée dans le plan de réflexion, laquelle va en augmentant depuis l'incidence o jusqu'à l'angle de polarisation complète, où elle atteint son maximum. Au-delà, cette portion de lumière polarisée va en diminuant, jusqu'à l'angle du maximum de polarisation, pour lequel on a $\cos (i + i') = \cos^3 (i - i')$. A cette limite, le faisceau a tous les caractères de la lumière naturelle. Au-delà, il contient de la lumière polarisée dans un plan per-

pendiculaire à celui de réflexion; celle-ci s'accroît jusqu'à un certain maximum, pour diminuer ensuite jusqu'à zéro sous 90° d'incidence. »

S'il s'agissait d'un faisceau lumineux qui n'aurait subi qu'une réflexion et une réfraction, on trouverait par la valeur précédente de φ', que ce faisceau est de la lumière naturelle quand on a $\cos(i+i') = \cos^2(i-i')$, c'est-à-dire quand l'incidence i est de 82° 44'.

Maintenant, si l'on cherche à évaluer la quantité de lumière polarisée dans le plan de réflexion, et la quantité de lumière polarisée dans un plan perpendiculaire, que l'on doit obtenir en faisant l'expérience de M. Arago, on trouvera, 1° Que sous l'angle de polarisation complète (de 56° 45' pour le verre), les portions de lumière réfléchie par les deux surfaces de la plaque sont sensiblement égales entr'elles; d'abord, parce que la lumière incidente est sensiblement la même et à la première et à la seconde surface (voyez le tableau de la page 273); ensuite, parce que l'azimut des plans de polarisation est peu dérangé par les deux réfractions que subit l'une des portions du faisceau. Ainsi, en appelant m la quantité moyenne de lumière polarisée à chaque surface, on aura $2m$ pour la quantité totale de lumière polarisée dans le plan de réflexion. 2° Quant au faisceau de lumière transmis, comme il éprouve deux réfractions successives, dont chacune produit à peu près la même quantité de lumière polarisée que celle obtenue par une réflexion, on aura aussi $2m$ pour la quantité totale de lumière polarisée dans un plan perpendiculaire à celui de réflexion, donc, la loi de M. Arago est sensiblement vraie dans le voisinage de l'angle de polarisation complète.

Mais quand on se rapprochera de l'incidence du maximum de la polarisation, cette loi deviendra de plus en plus fautive. A cet angle même, la lumière réfléchie par la seconde surface de la plaque, n'étant plus que de la lumière naturelle, le faisceau réfléchi à la première surface donnant une quantité de lumière polarisée m', le faisceau transmis en fournira une quantité $2m'$ eu égard à ses deux réfractions successives. Enfin, sous une incidence plus grande que 78° 7', la lumière réfléchie à la seconde surface contiendra des rayons polarisés dans le même sens que ceux donnés par la lumière transmise; en sorte que la

lumière polarisée perpendiculairement au plan de réflexion, pourra devenir trois ou quatre fois plus considérable que la lumière polarisée dans ce plan. S.

174. Observations faites pour déterminer la longueur du pendule a Paramatta ; par M. Rumker. (*Mém. de la Soc. astron. de Londres*; Tom. III, part. II, p. 277).

M. Rumker a suivi la méthode Borda, c'est-à-dire qu'il a observé la longueur absolue d'un pendule formé d'une sphère de platine suspendue par un fil d'acier. Son appareil a été construit à Paris par M. Lenoir, et avait été apporté à la Nouvelle-Hollande par M. Brisbane. L'auteur n'avait qu'un mètre de laiton aussi construit par Lenoir. Les expériences commencées le 4 juin 1827 ne furent terminées que le 24 août de la même année. En voici le résultat définitif :

Rayon de la boule à 60° F.=18,452 millimètres; poids de la boule=8381,8 grains troy; poids du fil=3,12 grains; poids de la calotte=92,6 grains; longueur du pendule simple qui bat la seconde sexagésimale à l'observatoire de Paramatta, ramenée au vide par l'ancienne formule, et mesurée avec le mètre de laiton fabriqué par Lenoir, à la température de la glace fondante 992,405488 millimètres; latitude de la station 33° 48′ 49″, 79 S.; longitude 10 h. 4 m. 6,25 s. E. de Greenwich; hauteur au-dessus du niveau de la mer 23,5 mètres (déduite de la correction $0^{mm},007313$ adoptée par l'auteur pour la longueur du pendule).

Dans un mémoire postérieur, inséré aux *Transactions philosophiques* pour 1829, partie 3, p. 151, l'auteur annonce que le mètre dont il a fait usage, ayant été depuis envoyé à Londres, et comparé par MM. Troughton et Simms, avec l'étalon de Shuckburgh, s'est trouvé égal à 39,387988 pouces anglais. Si cette comparaison est exactement faite, comme le mètre équivaut réellement à 39.37079 pouces anglais, d'après la comparaison très-précise faite par le capitaine Kater, entre le mètre vérifié par M. Arago et le même étalon de Shuckburgh, il en résulte que le mètre de Lenoir employé par M. Rumker est trop long de $0^{mm},459681$, c'est-à-dire de près d'un demi-millimètre. On ne peut attribuer cette énorme différence à une différence des températures auxquelles on aurait fait les com-

paraisons indiquées ci-dessus; car l'étalon de Shuckburgh et le mètre de Lenoir étant tous deux en laiton, leur rapport est à très-peu près invariable.

Alors la longueur du pendule à Paramatta est, non pas 992,405488 millimètres, mais 992,861678 millimètres. Ajoutant, comme l'auteur, 0,007313 pour la réduction au niveau de la mer, on aura définitivement 992,868991 millimètres. En réunissant à cette longueur du pendule à Paramatta, celles que M. de Freycinet (*Bulletin*, tom. VII, p. 33) et M. Duperrey (*Ibid.*, tom. X, p. 335), ont trouvé pour Port-Jackson dont la latitude et la longitude diffèrent très-peu, on aura

STATIONS.	LATITUDES.	PENDULES.
Port-Jackson............	33° 51' 34''.	992,62653 ..... De Freycinet.
Port-Jackson.	33 51 39..	992,56885 ...... Duperrey.
Paramatta (non-corrigée).	33 48 50...	992,412801..... Rumker.
Paramatta (corrigée).....	33 48 50...	992,868991...... Rumker.

La correction, pour 2' 47'', est de 0,00083 millimètre, qu'il faut retrancher du pendule de M. Rumker, pour le comparer à ceux de MM. de Freycinet et Duperrey. Dans ce cas les trois valeurs du pendule à Port-Jackson deviennent

992,62653
992,56885
992,86816

Moyenne...... 992,68785;

mais on voit que les différences sont extrêmement fortes, et qu'il était fort inutile d'aller jusqu'à 5 ou même à 6 décimales, quand la première était déjà incertaine. SAIGEY.

175. SUR LA RÉDUCTION AU VIDE DU PENDULE RÉVERSIBLE DE KATER; par M. SABINE (*Philosoph. Transact.*; 1829, page 331).

On connaît les expériences par lesquelles le capitaine Sabine a démontré directement la réalité de la réduction au vide, proposée par M. Bessel (*Bulletin*, Tom. XII, n° 247). Sur la de-

mande du conseil de la Société royale de Londres, et d'après le désir manifesté par le capitaine Kater, M. Sabine a fait les mêmes expériences sur le pendule réversible dont celui-ci s'était servi en 1817. Employé comme dans les anciennes expériences, ce pendule, observé à Greenwich, s'est ainsi comporté: Il a fait 86072,49 vibrations dans l'air à la pression de 29,588 pouces anglais, et 86087,27 dans l'air à 2,10 pouces : différence 14,78 vibrations pour 27,488 pouces d'air; ce qui donnerait 15,7 vibrations pour la correction au vide absolu. Dans ce cas, le grand poids du pendule était en dessous. En renversant le pendule, la correction était dans les mêmes circonstances de 16,1 vibrations. Ces deux corrections diffèrent un peu l'une de l'autre, et font voir qu'un pendule de Kater, réversible dans l'air, ne l'est point exactement dans le vide. La correction employée par le cap. Kater n'était guère que de 7 vibrations par jour.

Le cap. Sabine a de plus examiné la marche du pendule de Kater, en y changeant la longueur des appendices en bois. Voici les résultats qu'il a obtenus : Avec des appendices en bois de 17 pouces de longueur, il a trouvé 16,1 vibrations pour la correction au vide, quand le gros poids était en dessous, et 15,7 vibrations dans le cas contraire. Avec des appendices en bois de 6,4 pouces, 14,9 et 12,4 vibrations; enfin avec des appendices en laiton de 7 pouces, 12,8 et 11,8 vibrations. Les appendices de bois, dont le capitaine Kater s'est servi, avaient 10,6 pouces de longueur.

176. Sur un baromètre différentiel; par M. Wollaston. (*Ibid.*; 1829, p. 133.)

Quand on fait du feu dans la cheminée d'une chambre, la colonne d'air chaud qui remplit cette cheminée, diminue la pression atmosphérique dans la chambre, en sorte que l'air extérieur y pénètre par toutes les issues. Pour mesurer cette très-petite différence de pression, il faudrait employer des baromètres parfaitement construits. M. Wollaston a imaginé dans ce but, le baromètre différentiel suivant. Un tube de verre, d'un quart de pouce de diamètre intérieur, est plié à son milieu, de telle manière que ses deux moitiés deviennent parallèles l'une à l'autre. Les extrémités ouvertes de ce siphon renversé, pénè-

trent dans le fond de deux cases où elles sont cimentées. Ces cases forment un carré de deux pouces de côté; l'une est ouverte par le haut, mais l'autre est fermée par toutes ses faces, et ne s'ouvre que par un tube métallique placé horizontalement dans le haut de l'une de ces faces. Ce tube est introduit dans un trou pratiqué à la fenêtre, et sert à faire communiquer la case fermée avec l'air extérieur. Alors on verse deux ou trois pouces d'eau dans les branches du siphon; puis on achève de les remplir avec de l'huile d'olive, qui doit s'élever à environ un demi-pouce dans l'intérieur de chaque case. On s'arrange pour qu'il y ait égalité de niveau dans les deux colonnes d'eau, quand la pression barométrique est la même à l'intérieur et à l'extérieur. Si ensuite, la pression extérieure vient à l'emporter sur la pression dans la chambre, on verra l'une des colonnes d'eau s'élever et l'autre s'abaisser d'autant; et la différence de pression sera mesurée par le changement de niveau, c'est-à-dire par le poids de la différence des colonnes d'eau, moins le poids d'un pareil volume d'huile; et comme l'huile est d'un onzième plus légère que l'eau, le mouvement barométrique sera onze fois plus grand que si l'on avait employé un baromètre d'eau, qui lui-même eût donné des variations 13 à 14 fois plus considérables que le baromètre à mercure.

On pourra aussi employer cet instrument un peu modifié, et formé de liquides dont la différence de densité soit encore plus petite, pour mesurer la différence de pression de l'air agité par le vent. Un pareil instrument remplacerait avec avantage celui que M. Lind a imaginé dans le même but, et qui se compose d'un siphon renversé, dont les deux extrémités sont courbées horizontalement, en sens inverse l'une de l'autre. Le siphon étant en partie rempli d'eau, et les deux branches horizontales étant mises dans la direction du vent, la pression de l'air au bout antérieur est plus forte que la pression au bout postérieur, d'une quantité mesurée par la différence des deux colonnes du liquide.

177. Examen expérimental des théories électrique et chimique du galvanisme; par M. Ritchie. (*Ibid.*; 1829, p. 361.)

M. Ritchie a fait les sept expériences suivantes : 1° Ayant versé dans un verre de l'acide sulfurique étendu, il y plongea,

mais à distance l'une de l'autre, deux feuilles d'or et de platine communiquant aux deux bouts d'un galvanomètre très sensible. Il n'y eut aucun effet de produit. Mais ayant remplacé l'acide par de l'eau saturée de chlore, ou par de l'eau régale, il se manifesta un courant qui annonça que l'or était positif et le platine négatif. Néanmoins l'acide sulfurique conduit mieux le courant électrique que l'eau de chlore. Des disques de zinc et de cuivre mis à la place de l'or et du platine, produisaient, dans l'acide sulfurique, un courant d'électricité plus énergique que dans l'eau de chlore. Donc les liquides ne servent pas seulement comme corps conducteurs, mais ils concourent directement à la production du courant électrique.

2° On prit une petite boîte rectangulaire de bois, divisée en deux compartimens égaux par un diaphragme de vessie; on les remplit d'eau, et on introduisit dans l'une un disque écroui et dans l'autre un disque égal de cuivre non écroui. Ces deux disques communiquant avec les extrémités du galvanomètre, ils donnèrent lieu à un courant considérable; le premier étant le pôle positif, et le second le pôle négatif. En versant quelques gouttes d'acide nitreux dans la case du cuivre écroui l'action fut diminuée, et par une nouvelle addition d'acide, l'aiguille aimantée marcha de quelques degrés en sens contraire. Ainsi, bien que le liquide fût devenu meilleur conducteur, l'action était devenue moindre et même tout-à-fait nulle. Un fait curieux, c'est que les acides nitrique, sulfurique et muriatique produisirent un effet contraire.

La théorie de Volta sur la production du courant électrique, par le seul contact des métaux, ne peut donc plus être admise. Les expériences suivantes prouveraient que l'hypothèse de Wollaston, qui admet que l'électricité positive est mise en liberté par la combinaison de l'oxigène avec les métaux, n'est pas mieux fondée.

3° Deux disques égaux de zinc attachés aux bouts du fil du galvanomètre, étant plongés dans les compartimens de la boîte remplie d'eau pure, il n'y a pas production de courant électrique; mais si on ajoute seulement dans une case quelques gouttes d'acide sulfurique, ou nitrique ou muriatique, il y a courant produit, et le zinc placé dans le liquide acidifié, est l'élément potif : ce qui paraît conforme à l'idée de Wollaston. Malheureuse-

ment, en employant de l'acide nitreux, l'aiguille du galvanomètre marche en sens contraire. Les mêmes choses ont lieu avec des disques de cuivre ou de fer.

4° Ayant pris deux disques d'étain, égaux entr'eux et assez épais, il en raya un au moyen d'une lime triangulaire, de manière à doubler sa surface. Ces deux disques, plongés dans l'eau régale étendue, donnèrent lieu à un courant électrique intense, et tel que le disque non rayé était l'élément positif; cependant l'action corrosive du liquide sur le disque rayé devait être plus considérable que sur le disque uni.

5° On prit des paires de zinc, de cuivre, de fer et de laiton, non écrouis; on forgea sur une petite enclume, et aussi fortement que possible, un seul métal de chaque paire; puis on les essaya dans l'acide sulfurique étendu. Il y eut production de courans, et l'élément écroui devint toujours positif par rapport à l'élément de même nature non écroui. Deux morceaux d'acier, l'un trempé et l'autre non trempé, donnèrent un résultat de signe contraire, c'est-à-dire que l'acier trempé était devenu l'élément négatif.

6° Deux tiges de fer, dont les bouts étaient fraîchement limés, se trouvant attachées aux extrémités du fil cuivre du galvanomètre, on en chauffa une seule, et on la plongea dans l'eau, en même temps que l'autre qui était froide; un courant énergique eut lieu, de telle sorte que le fer échauffé étoit l'élément négatif, Il eut dû plutôt être l'élément positif, puisque le fer chaud s'oxide avec plus de rapidité que le fer refroidi.

7° On prend un cylindre de cuivre creux, d'un pouce de diamètre et de deux pouces de longueur. L'un de ses bouts est ouvert, et l'autre n'est ouvert que par un petit canal, dans lequel on met du mastic, que traverse un fil de cuivre enveloppé de soie. Ce fil est soudé par l'un de ses bouts à la base d'un cylindre de zinc creux placé dans l'intérieur du cylindre de cuivre. Le cylindre de zinc est garni dans son intérieur d'une couche de ciment, et ne touche point le cylindre de cuivre. Ensuite on ferme celui-ci par un couvercle soudé qui porte extérieurement un tube de laiton fermé lui-même par une vis. On remplit à peu près le tout avec de l'eau, et au moyen d'une pipette on introduit un peu d'acide sulfurique dans l'intérieur du tube de zinc. Ensuite on achève de remplir avec de l'eau et

on ferme avec la vis garnie de ciment échauffé. Alors on tourne et retourne l'appareil, afin de mêler l'acide sulfurique avec l'eau. Si les cylindres de cuivre et de zinc sont mis en communication avec le galvanomètre, on verra le courant électrique persister, pendant un jour ou deux, avec la même énergie que si le zinc était exposé à l'air. Mais comme l'hydrogène de l'eau décomposée ne pourrait point s'échapper à l'extérieur, son oxigène ne peut pas transformer le zinc en oxide; pourtant une action chimique a lieu, et le zinc se dissout dans l'acide, lequel se combine donc avec le zinc à l'état métallique. Si l'on pouvait être bien assuré que, dans cette expérience, l'hydrogène n'a pas suinté quelque part, où ne s'est pas dissous dans le liquide, ce résultat serait en effet très-extraordinaire; dans tous les cas, l'expérience mérite d'être répétée plusieurs fois. S.

178. Note sur l'inflammation spontanée des charbons pulvérisés; par M. Aubert. (Extrait d'un rapport fait à l'administration des poudres et salpêtres, par M. Perruchot, commissaire de la poudrerie de Metz, et le capitaine Colomb, inspecteur de la même poudrerie.—*Mémorial de l'artillerie*, n° 3, p. 581).

On avait déjà observé des inflammations spontanées de charbon à la poudrerie d'Essonne en 1802, à celle du Bouchet en 1824, et à celle d'Esquerdes en 1825. Ce phénomène s'étant renouvelé à la poudrerie de Metz en 1828, on a cherché à déterminer les circonstances qui peuvent lui donner naissance. Le charbon est fait avec du bois de bourdaine bien sec, par voie de distillation; on le triture pendant 3 heures, avec des gobilles de bronze de 7 à 10 millimètres de diamètre, dans des tonnes en cuir d'un mètre de diamètre sur 1,15 mètre de hauteur, faisant 30 révolutions par minute. Le charbon, ainsi pulvérisé, a l'apparence d'un liquide onctueux, et occupe un espace trois fois plus petit qu'en bâtons de 15 à 16 centimètres de longueur. Le lendemain de l'opération on s'aperçut que 80 kil. de charbon, mis dans une futaille, s'était enflammé spontanément.

On rechercha d'abord quelle influence le mode de carbonisation pourrait avoir sur cette inflammation. On carbonisa une portion de bois en vaisseaux clos, et une autre portion en chau-

dières ouvertes. Après la trituration, on mit les deux espèces de charbon dans deux futailles; chaque futaille contenait 40 kil. de poudre; elles furent fermées avec des couvercles de bois percés de deux trous, l'un au centre et l'autre vers le bord, pour introduire des thermomètres dans le charbon. L'échauffement du charbon atteignit son maximum, au centre des futailles, en 16 ou 18 heures; savoir, 41 degrés au-dessus de la température de l'enceinte, pour le charbon distillé, et 28 degrés seulement pour l'autre charbon.

L'inflammation n'avait probablement pas eu lieu, à cause que l'air n'avait pas eu libre accès dans les futailles. Car en répétant cette expérience comparative, en ayant soin de laisser arriver l'air plus aisément, on obtint les résultats suivans. La température de l'atelier était de 11 degrés, et l'humidité de 96 degrés de Saussure. Le 31 mars, à 7 heures du soir, 2 heures après la trituration, la température du charbon distillé à vaisseaux clos était de 40 degrés; et celle du charbon formé dans des chaudières ouvertes, était de 30 degrés. Le 1 avril, à 6 heures du matin, le premier charbon marquait 70 degrés, et le second 40; à midi, l'un 75, et l'autre 47; à 4 heures et un quart, inflammation du premier charbon. L'inflammation se manifesta dans l'enfoncement laissé libre par le thermomètre, qu'on avait retiré à midi, c'est-à-dire environ à 5 centimètres au-dessous de la surface du charbon; delà, l'inflammation se propagea avec vivacité jusqu'à 10 centimètres des douves, où la température était de 43 dégrés. En inclinant la futaille, il en tomba une couche de charbon de 15 à 20 centimètres d'épaisseur, de laquelle s'élançait de longs jets de feu, et le reste du charbon ne présenta plus d'apparence d'incandescence. Après l'avoir remué, on pouvait y tenir la main; mais, à 6 heures, la température était déjà très-élevée, et le lendemain, à 8 heures du matin, on trouva le charbon embrasé, quoique la nuit eut été très-froide. Quant au charbon fait dans des chaudières ouvertes, la température ne s'éleva pas au-delà de 47 degrés.

Pendant la trituration du charbon, l'air des tonnes n'éprouva pas d'altération. Un échantillon de 25 grammes de chacun des charbons pulvérisés fut mis, en sortant des tonnes, dans une capsule, sous une cloche pleine d'air et reposant sur l'eau. Dans l'espace de 3 jours, le charbon distillé avait absorbé

146 centimètres cubes d'air, et avait reçu une augmentation de poids de 1,5 grammo. Le charbon des chaudières avait absorbé 125 centimètres cubes d'air et avait augmenté de 1,3 gramme.

On compara ensuite du charbon distillé noir, et du charbon distillé roux. Le feu s'y mit presqu'en même temps, environ 26 heures après la pulvérisation. Dans une nouvelle expérience, la température des charbons ne dépassa pas 50 degrés, mais il s'était écoulé 24 heures de plus entre la confection et la trituration de la moitié des charbons : aussi leur pouvoir absorbant sous des cloches remplies d'air s'est-il trouvé bien moindre qu'à l'ordinaire.

La masse des charbons a aussi une très-grande influence sur leur inflammation. Le charbon des chaudières qui, sous un poids de 42 kil., ne s'était échauffé que jusqu'à 47 degrés, s'enflamma en masse double, 22 heures après la pulvérisation. 90 kil. de charbon distillé, triturés de 24 à 30 heures après la distillation, furent partagés en trois masses de 45, 30 et 15 kil. L'inflammation se manifesta dans la première, 9 heures après la trituration, et dans la seconde 10 heures et demie; la troisième ne s'enflamma point, et sa température ne s'éleva que jusqu'à 52 degrés.

Pour mettre hors de doute que l'absorption de l'air par le charbon était la véritable cause de ce phénomène, on prit deux quantités égales de charbon fortement distillé, chacune de 45 kil.; l'une fut mise dans une futaille sans couvercle, et l'autre dans une futaille fermée par deux doubles de toile pressés par un couvercle en bois chargé de poids. Le charbon découvert s'enflamma en 18 heures, tandis que la température de l'autre ne s'éleva que de 8 degrés.

Quand on laisse séjourner 5 ou 6 jours, dans des futailles, le charbon distillé, avant que de le triturer, cette dernière opération ne lui procure plus la faculté de s'enflammer; il s'échauffe seulement un peu. Cependant le charbon pulvérisé possède encore un pouvoir absorbant, long-temps après sa confection.

Le soufre, et surtout le nitre, ajoutés au charbon, en diminuent beaucoup la propriété absorbante; l'échauffement, même en grande masse, ne s'élève plus guère au-delà de 30 degrés. Voilà pourquoi le phénomène de l'inflammation spontanée des charbons avait été peu observé; car le mélange de la poudre

charbonneuse avec le soufre se fait immédiatement dans les poudreries.

179. SUR L'ACTION DE LA PILE; par M. MATTEUCI. (*Annal. de Chim. et de Physiq.*; tom. 45, p. 106).

Dans le but de montrer qu'un développement d'électricité pouvait être obtenu sans aucune action chimique, l'auteur a recherché vainement la présence du zinc ou du cuivre oxidés, dans de l'eau distillée, mise en contact avec du zinc pur, ou avec une paire cuivre et zinc. Ensuite il a suspendu une grenouille préparée, à un crochet de zinc collé au fond d'une cloche à gaz, et soudé à un fil de cuivre plus long. La grenouille avait été lavée dans de l'eau distillée. Après avoir rempli la cloche d'eau distillée, on y a fait entrer de l'hydrogène pur, et les contractions de la grenouille ont toujours eu lieu comme dans l'eau. La même expérience a réussi dans le vide, dans l'oxide de carbone, dans l'acide carbonique, dans l'oxigène, soit humides, soit desséchés.

CHIMIE.

180. MÉMOIRE SUR LES CHLORURES D'IODE; sur un nouveau procédé pour obtenir promptement l'acide iodique absolument pur; et sur un moyen de précipiter la plus petite quantité de l'un quelconque des alcalis végétaux dans leur dissolution alcoolique; par M. SÉRULLAS. (*Annal. de Chim. et de Physiq.*; tom. 45, p. 59).

Quand on met le chlorure d'iode dans l'eau, il est assez difficile de dire si l'on obtient une dissolution de chlorure, ou un mélange d'acides iodique et muriatique. En saturant la liqueur par la potasse, il se précipite un iodate très-acide de cette base. D'un autre côté, on sait que l'acide muriatique décompose l'acide iodique. Mais M. Dumas a reconnu, depuis, que le sous-chlorure d'iode ne décompose pas l'eau, mais que le chlorure neutre la décompose (*Bullet.*, n° 96). Voici les nouvelles expériences que M. Sérullas a faites pour éclaircir ce point délicat.

Pour obtenir l'aide iodique par l'action de l'eau sur le chlo-

rure d'iode, il faut avoir du perchlorure d'iode solide, le plus saturé de chlore, introduire dans le flacon qui le contient une petite quantité d'eau, ou mieux de perchlorure en dissolution, puis un certain nombre de fragmens assez gros de verre, pour détacher par l'agitation le chlorure adhérant aux parois. On fait passer la matière dans un petit flacon bouché, de 8 à 10 onces, pour l'agiter facilement et sans être incommodé; l'entonnoir retient les fragmens de verre, qu'on lave avec de petites quantités de la dissolution de perchlorure saturé; cette agitation a pour but de réduire le chlorure solide en poudre, le mettre en contact dans toutes ses parties avec le liquide, et le débarrasser le plus qu'on peut du sous-chlorure, auquel on sait qu'il est toujours associé. On verse de nouveau dans une capsule; on décante autant que possible le liquide surnageant, puis on ajoute par petites quantités de l'éther ou de l'alcool de 38 à 40, en agitant doucement avec un tube. Presqu'aussitôt la partie solide se blanchit, et le liquide qui surnage se colore en jaune. On laisse déposer; l'acide se présente alors parfaitement pur, sous forme d'une poudre cristalline, qui, étant sèche et pressée sous le doigt, résiste comme du sable très-fin; du reste, on peut dissoudre l'acide iodique, filtrer et le soumettre à la cristallisation, en mêlant à la dissolution de l'acide sulfurique, et l'abandonnant à la cristallisation dans une étuve.

Il est donc bien évident qu'il n'éxiste pas de perchlorure en dissolution dans l'eau; que, par son contact avec ce liquide, il se transforme en acide muriatique et en acide iodique; et qu'enfin on peut séparer ces deux acides, dont l'un est soluble et l'autre insoluble dans l'alcool très-concentré. Maintenant on comprendra aisément que de l'oxide d'argent, mis dans une dissolution alcoolique d'iode, doit donner de l'iodure et de l'iodate d'argent; et que l'oxide d'argent mis dans une dissolution de perchlorure d'iode, doit donner du chlorure d'argent et de l'acide iodique libre.

L'auteur revient sur la propriété que possède l'acide iodique de précipiter abondamment les alcalis végétaux de leurs dissolutions alcooliques. On peut maintenant employer la dissolution de perchlorure d'iode, puisqu'elle revient à un mélange d'acides iodique et muriatique, et que ce dernier n'est nullement nuisible dans cette expérience. L'auteur se propose d'em-

ployer l'acide iodique pour reconnaître la richesse des quinquina, et même pour déceler dans les plantes la présence des alcalis végétaux. La combinaison de l'acide iodique et d'un alcali végétal est très-acide, et détonne fortement par une chaleur de 115 ou 120 degrés.

181. Note sur la décomposition du chlorure de chrôme par la chaleur; par M. Gaultier de Claubry. (*Ibid*, p. 109.)

Plusieurs auteurs ont cru que M. Vauquelin avait réussi à réduire le chlorure de chrôme par la simple chaleur. Déjà, en 1820, M. Gaultier de Claubry avait reconnu que l'on n'obtenait point de chrôme métallique, en chauffant, même très-fortement, du chlorure de chrôme. Voici le procédé que M. Vauquelin fit alors connaître à l'auteur, procédé dont la description exacte n'avait point encore été publiée. 1° Traiter le chromate de plomb en poudre impalpable par 4 à 5 fois son poids d'acide hydro-chlorique jusqu'à complète dissolution; 2° évaporer à siccité et reprendre le muriate de chrôme par l'alcool, pour n'avoir point de chlorure de plomb; 3° l'évaporer de nouveau à une douce chaleur jusqu'à consistance sirupeuse, et en former une boulette avec suffisante quantité d'huile et un peu de charbon, si cela est nécessaire, pour en faire une pâte; 4° la mettre dans un petit creuset brasqué, renfermé lui-même dans un autre creuset rempli de poussière de charbon, et soumettre le tout à un bon feu de forge pendant environ une heure.

182. Sur la composition du chlorure de barium; par M. Turner. (*Philosoph. Transact.*; 1829, p. 291.)

M. Thomson a basé beaucoup de ses analyses sur la composition du chlorure de barium. Ses nombres diffèrent un peu de ceux obtenus par M. Berzelius. M. Turner a refait cette analyse. Voici tous ces résultats :

	Thomson.	*Berzelius.*	*Turner.*
Barium	66,037	65,926	65,984
Chlore	33,963	34,074	34,016

183. Sur l'Éthiops minéral (sulfure noir de mercure); par C. G. Mitscherlich. (*Annal. der Physik und Chemie*; 1829, n° 6, p. 353.)

En broyant ensemble parties égales de mercure métallique et de soufre, l'on obtient une poudre d'un noir grisâtre; c'est l'éthiops minéral. Plusieurs chimistes considèrent ce corps comme un mélange de soufre et de mercure. Mais nulle part on n'a prouvé si c'est un mélange ou une combinaison chimique, encore moins a-t-on fait des recherches sur sa composition. Séguin prouva par des expériences que l'éthiops minéral ne contenait pas d'hydrogène, et réfuta l'opinion de Fourcroy qui le regardait comme un composé de sulfure de mercure et d'hydrogène sulfuré. Séguin nomme cette préparation tantôt un mélange, tantôt un composé de soufre et de mercure. Ce que ce chimiste avance sur les proportions du soufre et du mercure, ne repose sur aucune recherche analytique.

Pour obtenir la préparation parfaitement pure, l'auteur fit mettre dans un mortier d'agate à peu près parties égales de mercure métallique distillé et de soufre lavé; il les fit broyer ensemble, jusqu'à ce que l'acide nitrique ne trouva plus aucune trace de mercure métallique à dissoudre. En effet, le cinnabre et le sulfure de mercure, préparés par la voie humide, ne se décomposent pas par l'acide nitrique, tandis que le mercure métallique s'y dissout facilement. C'est donc par l'acide nitrique que l'on peut s'assurer si le composé, que l'on a, est un mélange de soufre et de mercure, ou si c'est une combinaison chimique, ou enfin s'il y a encore une trace de mercure métallique dans la composition. Pendant la préparation de l'éthiops minéral, l'auteur fit quelques essais avec l'acide nitrique, pour voir comment le soufre se comportait à l'égard du mercure. Des parties s'unissaient assez promptement, mais la réunion de la totalité demandait un travail assez long. Depuis long-temps l'œil n'apercevait plus de mercure et cependant l'acide nitrique en trouvait encore.

La même préparation faite à feu modéré se comporte de la même manière envers l'acide nitrique.

Pour mieux connaître la composition chimique de l'éthiops minéral, il fallait nécessairement en écarter le soufre. Ni l'alcool ni l'huile de térébenthine ne peuvent servir à ce but qu'on atteint facilement avec le sulfure de carbone. 3,342 grammes d'éthiops minéral soigneusement préparé, et 2 onces environ de sulfure de carbone furent mis ensemble pendant quelques

jours. On les agita à plusieurs reprises, on les chauffa dans l'eau jusqu'à l'ébullition, et l'éthiops, après avoir été filtré, fut traité par le sulfure de carbone aussi long-temps qu'il cédait du soufre à ce dernier. Le carbure de soufre resté après la filtration et celui qui avait servi de lavage, furent distillés avec précaution dans un bain-marie. Il resta dans la cornue 1,382 gramme de soufre cristallisé qui avait été enlevé à l'éthiops, lequel, après le traitement par le carbure de soufre, pesait encore 1,966 grammes.

Avec cette quantité d'éthiops lavé on fit deux essais, l'un pour s'assurer des rapports entre le soufre et le mercure, et l'autre, pour voir si, par un traitement prolongé avec le sulfure de carbone, on pouvait encore en retirer du soufre.

0,795 gramme de cette poudre furent oxidés par l'acide nitrique fumant et l'acide hydrochlorique. Il s'en sépara un peu de soufre, lequel, bien lavé, pesait 0,024 gr. L'acide sulfurique qui s'était formé, fut précipité par le muriate de baryte, et donna 0,752 gramme de sulfate de baryte, contenant 0,103 gramme de soufre. Ainsi 0,795 gramme d'éthiops minéral contient 0,127 gramme de soufre, ou bien 83,93 parties de mercure métallique sont combinées chimiquement avec 16,07 parties de soufre. 0,341 gramme de la même poudre furent traités pendant plus long-temps par le carbure de soufre. Celui-ci après la distillation laissa dans la cornue 0,005 de soufre, de manière que la préparation contenait encore 1,5 pour cent de soufre non combiné.

L'éthiops minéral consiste donc en une combinaison chimique de soufre et de mercure mêlée avec une partie de soufre non combiné. Cette combinaison est fondée sur la même base que celle du cinnabre, et consiste en 85,43 de mercure métallique et 14,57 de soufre. Le cinnabre, ou le degré de sulfuration qui répond à l'oxide contient :

Mercure .... 86,29.
Soufre .... 13,71.

La prépration si pénible de l'éthiops minéral fait désirer une méthode plus facile : à cette effet l'on fit les essais suivans : en faisant fondre ensemble parties égales de soufre et de carbonate de potasse, on obtint une combinaison de soufre et de potas-

sium qui contenait plus de deux proportions de soufre, et que l'on fit dissoudre dans l'eau.

Lorsqu'à une solution de sublimé on ajoute une petite quantité de sulfure de potassium, on obtient un précipité blanc, qui, d'après les recherches de M. Rose, est une combinaison de sublimé et de sulfure de mercure. Ce mode de préparation est plus sûr et plus facile que si l'on se servait d'hydrogène sulfuré. Si, au contraire, on ajoute à une solution de sulfure de potassium, une solution de sublimé, de manière à ce qu'il reste encore du sulfure de potassium indécomposé, on obtient un précipité d'abord blanc, mais qui ne tarde pas à devenir noir, parce que ce corps blanc est de nouveau décomposé par le sulfure de potassium qui reste encore. Le précipité noir fut lavé avec soin et séché. On en prit 2,982 grammes qu'on distilla avec du carbure de soufre qui laissa 0,656 gramme de soufre cristallisé dans la cornue: 1,141 gramme de ce sulfure de mercure débarrassé de son excès de soufre furent oxidés dans l'acide nitrique; puis précipités par l'hydrochlorate de baryte. Il se forma du sulfate de baryte qui pesa 1,148 gramme, contenant 0,158 de soufre. Il est donc évident que 86,12 parties de mercure métallique sont combinées chimiquement avec 13,88 de soufre, dans les mêmes proportions que cela a lieu pour le cinnabre.

Ces deux préparations obtenues par la voie humide ou sèche, offrent le même degré de sulfuration, plus du soufre non combiné, mais en différentes proportions. Lorsqu'on prépare avec soin le plus haut degré de sulfuration du potassium et que l'on précipite cette dissolution par le sublimé, on obtient un éthiops minéral, qui contient encore moins de soufre que celui préparé par la voie sèche. K.

184. Purification spontanée de l'eau de la Tamise; par M. Bostock. (*Philosoph. Transact.*, 1829, p. 287.)

De l'eau de la Tamise, impure et fétide, ayant perdu son odeur et sa couleur en passant à travers un filtre de sable et de charbon, mais étant encore aussi impotable qu'avant cette opération, fut abandonnée pendant quelques semaines dans un laboratoire. On trouva qu'elle était devenue beaucoup plus claire, bien qu'elle présentât à sa surface une couche de sédi-

ment d'un demi-pouce d'épaisseur : néanmoins son odeur était encore très-forte. Mais la fermentation ayant encore duré environ 8 semaines, l'eau devint transparente et inodore, quoiqu'un peu colorée. Les bulles de gaz que cette fermentation naturelle avait produites, paraissaient être principalement de l'acide carbonique, avec un peu d'hydrogène sulfuré, d'hydrogène carboné et d'hydrogène pur. En faisant bouillir cette eau, qui n'avait pas de mauvais goût, il s'en dégageait encore une certaine quantité de gaz, et il se forma à sa surface une légère croûte de matières terreuses. Sur 10000 parties d'eau, on obtint, par l'évaporation complète, 7,6 de ces matières, formées de carbonate de chaux 4,20, de sulfate de chaux 0,66, de muriates de soude et de magnésie 2,74. La couleur légèrement brune de l'eau ne put disparaître ni par le filtre, ni par l'ébullition ; mais on pouvait précipiter cette matière colorante par quelques réactifs et principalement par le sulfate de fer.

Ainsi se trouve expliquée cette opinion populaire, que l'eau très-impure de la Tamise est beaucoup plus convenable que l'eau pure aux besoins de la navigation ; car l'eau très-impure peut entrer d'elle-même en fermentation, et se débarrasser ainsi des matières organiques qu'elle tient en suspension ou en dissolution ; ce qui ne pourrait point arriver à l'eau qui renfermerait ces matières en trop petite quantité.

185. Sur les camphorides des huiles volatiles ; par J. B. Trommsdorff. (*Neues Journal der Pharmacie*, 1830, vol. 20, p. 24.)

On sait depuis fort long-temps que beaucoup d'huiles volatiles déposent au bout d'un certain temps des matières cristallisées. On a encore observé que, par le refroidissement, une partie d'huile se congelait, tandis qu'une autre partie restait liquide. Les chimistes étaient divisés d'opinion sur la composition de ces dépôts. Les uns les regardaient comme des huiles cristallisées ; d'autres les prenaient pour du camphre, d'autres enfin, pour des acides végétaux, par exemple, pour de l'acide benzoïque. En effet, ces dépôts sont de nature différente. Ainsi l'huile de fleur de cannelle donne de petits cristaux, identiques avec l'acide benzoïque, tandis que d'autres huiles déposent des cristaux acides, qu'on reconnaîtra peut-être pour des

acides végétaux, lorsqu'on les examinera de plus près. Mais ce dépôt n'est le plus souvent qu'une espèce d'huile solide. Tout récemment M. Bersélius a proposé une dénomination particulière, en nommant *Stéaroptè* la partie de ces huiles qui se cristallise, *Eléoptè* la partie qui reste liquide. Ce chimiste observe que plusieurs auteurs ont nommé camphre toutes les huiles volatiles solides; que cette dénomination a l'inconvénient de donner à une substance généralement connue, une signification autre qu'elle ne l'avait auparavant, et que pour cela il croit devoir rejeter entièrement le mot camphre.

M. Trommsdorff trouve le mot camphoride plus approprié que le mot stéaroptè, parce que ces corps ont plus de rapports avec le camphre qu'avec la stéarine. En effet ils sont volatiles comme le camphre, cristallisables, solides, peu solubles dans l'eau, bien solubles dans l'alcool, l'éther, les huiles volatiles et grasses; ils n'ont pas de réaction acide, ne sont pas, comme la stéarine, solubles dans la potasse, sont sans actions sur les sels métalliques, se dissolvent dans l'acide acétique concentré, mais s'en séparent en grande partie à mesure qu'on étend l'acide. Ils possèdent en un mot la plupart des propriétés du camphre. M. Trommsdorff propose conséquemment le mot de camphoride comme terme générique, et il ajoute pour chaque espèce le nom de l'huile volatile. Ainsi l'on dira, par exemple, *camphoride de térébenthine, camphoride de marjolaine*, etc.

D'après cela, on peut dire que les huiles volatiles sont composées d'huile liquide et de camphoride. Cependant, on n'est pas encore certain si toutes les huiles volatiles contiennent un camphoride.

On obtient la séparation du camphoride par le moyen d'une basse température, lorsqu'on expose les huiles volatiles dans des flaçons de verre bouchés à l'émeril. On porte ensuite le dépôt solide sur un filtre de papier joseph, on le presse et on renouvelle le papier jusqu'à ce qu'il ne trouve plus d'huile à absorber; après cette opération le camphoride reste à sec.

A une température de 15° centig. le camphoride se sépare des huiles volatiles suivantes : huile de fleur d'orange, de marjolaine, d'écorce de cannelle, de clous de girofle, de bergamotte, de sassafras, de lavende, d'anis, de citron. De 27 à 30°, d'huile

de térébenthine (pas de toutes les espèces de cette huile), genièvre, thym, absynthe, cumin, romarin, sabine.

Tous ces camphorides ont l'odeur de l'huile volatile dont ils sont formés; mais ceci paraît être dû à de petites quantités d'huile qu'ils peuvent encore renfermer. Des essais faits par l'auteur sur la menthe poivrée, viennent à l'appui de cette opinion.

186. Analyse chimique de l'écorce et du bois de gayac; par M. Trommsdorf. (*Ibid.;* Tom. XXI, p. 1.)

Il résulte des expériences de l'auteur que mille parties d'écorce de gayac contiennent:

Résine particulière, différente de la résine propre de gayac	23
Gomme	8
Matière extractive particulière, d'un goût amer et piquant, précipitable par les acides	48
Principe colorant jaune-brun	41
Extractif muqueux avec malate de chaux	120
Ligneux	760
	1000

D'après les recherches du même chimiste, mille parties de bois de gayac contiennent:

Résine de gayac	260
Matière extractive, d'un goût amer et piquant, semblable à celle qui est contenue dans l'écorce	8
Extractif muqueux combiné avec un sel végétal à base calcaire	28
Résine semblable à celle de l'écorce	10
Ligneux	694
	1000

87. Sur le mélange de la farine de froment avec d'autres farines; par M. Rodriguez. (*Annal. de Chim. et de Physiq.;* Tom. 45, p. 55.)

L'auteur, sur la demande de M. Gay-Lussac, a examiné les produits de la distillation de diverses farines. Les unes donnent des liqueurs alcalines et les autres des liqueurs acides. On compare ces liqueurs en les saturant, les premières par de l'acide

sulfurique, et les secondes par une dissolution de carbonate de potasse. De cette manière, on a obtenu

Produits acides.	Saturés par
100 parties de fécule de pommes de terre.....	38 divisions
100 de riz.....................................	28
100 de farine de maïs.........................	16
100 d'amidon de froment......................	40
50 de farine de froment, avec 50 de fécule de pomme de terre........................	19
50 de farine de froment avec 50 de farine de riz.	14
Produits alcalins.	
100 de farine de haricots....................	36
100 de farine de lentilles....................	20
100 de farine de pois........................	20
100 de gluten humide.........................	100

Il en résulterait donc que les graines des légumineuses sont beaucoup plus azotées que celles des céréales.

188. Note sur une matière cristalline formée par la rectification de l'huile volatile d'amandes amères, avec l'eau de puits ; par M. Bonastre. (*Journal de Pharmacie ;* août 1830, p. 519.)

Cette matière a paru formée d'un principe cristallin pur, tétraédrique, sans saveur amygdaline; d'une matière amère, incristallisable; d'un acide qui n'est point de l'acide benzoïque, avec lequel il a pourtant quelque ressemblance; enfin de 5 pour cent de sulfate de chaux et de magnésie, avec un peu de fer.

189. De l'Hématosine, ou matière colorante du sang ; par M. Le Canu. (*Annal. de Chimie et de Physiq. ;* Tom. 45, p. 5.)

Après avoir donné un aperçu des recherches entreprises sur la matière colorante du sang par Wells, Fourcroy, Vauquelin, MM. Berzélius, Brande et Engelhart, l'auteur prépare ainsi cette matière : il divise extrêmement le caillot de bœuf égoutté; puis il le délaie à plusieurs reprises dans l'eau distillée et l'exprime fortement; enfin il reprend le résidu par l'eau distillée, filtre la liqueur et l'évapore au soleil dans des assiettes. L'*hématosine* ainsi obtenue est considérée comme parfaitement pure ;

elle est soluble dans l'eau froide; mais si on la chauffe au-delà de 70 degrés, elle se décolore, se dépose en flocons brunâtres et devient complètement insoluble. La comparaison faite de cette matière avec l'albumine, a montré qu'elle en diffère par sa couleur, par la propriété de se coaguler à une température moins élevée, de former avec l'acide muriatique un composé en partie soluble dans l'alcool, et surtout celle de n'être précipitée de sa dissolution aqueuse ni par l'acétate ni par le sous-acétate de plomb. Elle contient, sur 100 parties, de 1,55 à 1,983 de sous-carbonates de soude, de chaux et de magnésie, de phosphates de chaux et de magnésie, et de muriates alcalins; enfin de 0,51 à 0,58 de peroxide de fer. Néanmoins M. Le Canu admet que l'hématosine n'est pas une matière immédiate, mais bien un composé d'albumine et d'une matière colorante encore inconnue, qu'il propose d'appeler *globuline*. Ainsi, dans le sang de bœuf ou de mouton, la globuline existe combinée à l'albumine; mais dans le sang d'homme, elle paraît exister à l'état de liberté. « Pour l'obtenir, dit l'auteur, je verse dans du sang de bœuf battu et préalablement étendu de 4 à 5 fois son poids d'eau, un très-léger excès de sous-acétate de plomb; je filtre, et dans la liqueur filtrée j'ajoute assez de sulfate de soude pour précipiter tout l'excès de plomb. Après avoir abandonné le mélange à lui-même l'espace de quelques heures, afin de déterminer la séparation du sulfate de plomb formé, je filtre de nouveau : de là une liqueur d'un rouge magnifique retenant en dissolution toute la matière colorante, les sels qui faisaient parti du sang, l'excès de sulfate de soude et l'acétate de soude provenant de la double décomposition du sulfate de soude et de l'acétate de plomb. Par l'addition d'une suffisante quantité d'acide hydrochlorique pur, la liqueur se décolore, et il s'en sépare des flocons bruns d'hydrochlorate acide. Je les recueille sur un linge, les exprime fortement, et les fais sécher au bain marie. Enfin je les traite à plusieurs reprises par l'alcool bouillant. En ajoutant à la liqueur alcoolique quelques gouttes d'ammoniaque liquide, elle se trouble, de brune qu'elle était passe au rose, et laisse déposer d'abondans flocons rouges, qui doivent être traités à plusieurs reprises par l'eau bouillante, afin d'en séparer les dernières portions d'ammoniaque, puis enfin séchés : c'est la globuline à l'état de pureté. » Elle se distingue

de l'albumine par sa couleur, par la grande proportion de fer qu'elle contient (1,40 ou 1,74 sur 100), par son extrême solubilité dans les alcalis, et surtout par la propriété de former avec l'acide muriatique un composé soluble dans l'alcool.

190. OBSERVATION SUR LE CHARBON ANIMAL; par M. TROMMSDORFF. (*Neues Journal der Pharmacie*, Tom. XX, 2e cahier, p. 39.)

L'auteur ayant fait bouillir du suc de betteraves très-doux avec une forte proportion de charbon animal, a trouvé que le principe sucré avait presqu'entièrement disparu après l'ébullition; d'où il résulterait qu'une grande proportion de charbon animal peut transformer le sucre en gomme.

191. ÉLÉMENS DE CHIMIE THÉORIQUE ET PRATIQUE, avec l'indication des principales applications aux sciences et aux arts; ouvrage dans lequel les corps sont classés par familles naturelles; par M. DESPRETZ. 2e vol. de 826 p., et 2 pl. Paris, 1830; Méquignon-Marvis.

Nous avons annoncé le premier volume de cet ouvrage, au *Bulletin*, tom. XI, n° 16, et donné les caractères des 12 premières familles naturelles dans lesquelles l'auteur a réparti les corps élémentaires. Le 2e volume, que nous allons analyser, renferme les deux dernières familles, des *baroïdes* et des *potassoïdes*, et la chimie organique.

Les familles des *baroïdes* comprend le magnesium, le calcium, le strontium et le barium. Ses oxides sont incolores; ils ramènent au bleu le tournesol rougi par un acide; ils ne sont point réduits par le charbon et l'hydrogène, mais ils dégagent abondamment de l'oxigène par le chlore. Ses sels sont stables, parfaitement neutres et cristallisables; ses carbonates sont neutres et insolubles; ses sulfates permanens à la chaleur rouge.

La famille des *potassoïdes* comprend le lithium, le sodium et le potassium. Ces métaux décomposent l'eau à la température ordinaire avec dégagement d'hydrogène. Leurs oxides sont solubles; ils neutralisent parfaitement les acides, précipitent tous les oxides précédens, et dégagent de l'oxigène par le chlore et par l'iode. Leurs sels sont stables et cristallisables;

les sulfates et les carbonates sont solubles, ainsi que presque tous les autres sels.

Un appendice à la chimie inorganique, est consacré à la description des sels ammoniacaux.

M. Despretz partage la chimie organique en deux *classes*, comprenant, l'une les substances non azotées, et l'autre les matières azotées. La première de ces classes est subdivisée en deux groupes, les corps acides et les corps neutres; la seconde l'est en trois groupes, relatifs aux matières acides, neutres et alcalines.

Les acides non azotés sont répartis en 8 familles naturelles, savoir : les *acétoïdes*, comprenant les acides acétique, formique, méconique, fungique, zumique, kinique et malique, dont les caractères généraux sont d'être solubles dans l'eau et dans l'alcool, de saturer parfaitement les bases, et de former des sels solubles avec les potassoïdes et les baroïdes. Les *tartroïdes*, acides tartrique, mellitique, racémique et oxalique, qui cristallisent d'une manière régulière, forment des sels insolubles avec les baroïdes, et des sels acides avec les potassoïdes et l'ammoniaque, moins solubles que les sels neutres correspondans. Les *citroïdes*, acides citrique et succinique, qui forment des sels insolubles avec les baroïdes, neutralisent les bases, mais ne produisent pas avec les bases solubles des sels acides moins solubles que les sels neutres correspondans. Les *benzoïdes*, acides benzoïde, sébacique, camphorique et subérique, formant des sels solubles avec les baroïdes, étant peu solubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool, et altérés par la distillation. Les *mucoïdes*, acides mucique, pectique et ellagique, insolubles ou peu solubles dans l'eau et dans l'alcool; leurs sels avec les baroïdes sont insolubles, et ils ne forment pas avec les potassoïdes et l'ammoniaque de sels acides moins solubles que les sels neutres correspondans. Les *stéaroïdes*, acides stéarique, oléique, ricinique, élaïodique et cholestérique, insolubles ou peu solubles dans l'eau, très-solubles dans l'alcool, fusibles et inflammables à la manière des graisses; leurs sels avec les potassoïdes sont solubles dans l'alcool, et, avec les baroïdes, insolubles dans l'eau. Ces sels ont en général une réaction alcaline. Les *phocénoïdes*, acides phocénique, butyrique, caprique et caproïque, peu solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, vola-

tils, odorans, formant des sels solubles avec les potassoïdes, le plomb, etc. Les *galloïdes*, acides gallique et glancique, peu stables et dont les sels changent de nature par le contact de l'air. L'auteur rejette dans un appendice l'indication de quelques autres acides dont il ne regarde pas l'existence comme bien établie. Enfin, il a placé les résines à la suite des acides, parce qu'il les considère comme des espèces d'acides qui se combinent avec les alcalis, et dont la solution alcoolique rougit le tournesol; puis viennent les gommes résines et les baumes.

L'ordre des substances *neutres* non azotées se divise en 10 familles, savoir : les *saccharoïdes*, dont la saveur est sucrée, qui sont solubles dans l'eau et dans l'alcool moyennement concentré, qui ne sont pas transformés en acide oxalique par l'acide nitrique. Les *gommoïdes*, non fermentescibles, précipités par le sous-acétate de plomb, insolubles dans l'alcool, solubles dans l'eau, ayant une saveur douce et donnant des dissolutions mucilagineuses. Les *amyloïdes*, peu sapides, insolubles ou peu solubles dans l'eau froide, insolubles dans l'alcool et l'éther, solubles dans l'eau chaude, transformés en acide oxalique par l'acide nitrique, et précipités par le sous-acétate de plomb. Les *xyloïdes* (ligneux, subérine et méduline), insolubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, les huiles, à froid et à chaud, dans les acides et les alcalis. Les *éloïdes* (stéarine, oléine, butyrine, phocénine, hircine), corps gras saponifiés et transformés en glycérine et en acides par l'action des alcalis. Les huiles et les graisses forment un appendice à cette famille. Les *cétinoïdes* (cétine et cérine), saponifiables en partie, et ayant les autres propriétés des corps gras. Les *cholestéroïdes* (cholestérine, myricine, éthal, céraïne, aurade, ambréine cire des feuilles), non saponifiables, mais jouissant des autres propriétés des corps gras. Les *camphoroïdes*, volatils, non altérés par les alcalis, ayant une saveur âcre et une odeur aromatique, étant peu solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther et les huiles, solides au-dessus de zéro, inflammables et brûlant à l'air sans résidu. Les *myroïdes*, volatils, très-inflammables, très-peu solubles dans l'eau, très-solubles dans l'alcool et l'éther, dissolvant des résines, des camphres et des corps gras, et donnant beaucoup de fumée dans leur combustion à l'air. Les *alcaloïdes*, volatils, solubles dans l'eau et l'alcool, brûlant sans fumée, dissolvant les corps gras, les huiles, etc.

Cette famille comprend l'alcool et les éthers. Un appendice général renferme les substances neutres peu connues, comme les alizaroïdes, les orcinoïdes, les chlorofiloïdes, etc.

Le premier groupe de la classe des matières azotées, comprend les acides, répartis en trois ordres, savoir : 1° les acides contenant de l'hydrogène, et qui sont, ou peu solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool, comme les acides urique et xanthique; ceux qui sont très-solubles dans l'eau et solubles dans l'alcool, tels que les acides purpurique et rosacique; ceux qui sont peu solubles dans l'eau et solubles dans l'alcool, acides pyro-urique, allantoïque et cholique; 2° les acides ne contenant pas d'hydrogène, lesquels peuvent être représentés par du cyanogène et de l'oxigène, comme les acides cyaneux, fulminique et cyanique; et les acides qui ne peuvent être représentés par du cyanogène, plus de l'oxigène, tels que les acides carbazotique et indigotique; 3° enfin les acides complexes, nitroleucique et nitrosaccharique.

Les matières azotées neutres sont, ou solubles dans l'eau, dans les alcalis, et insolubles dans l'alcool, comme l'albumine, la gélatine, la matière caséeuse, l'asparagine et le sucre de gélatine; ou insolubles ou peu solubles dans l'eau, et solubles dans l'alcool, telles que le pipérin, le rouge et le brun d'indigo, l'indigo réduit, la gliadine et le gluten; ou solubles dans l'eau et l'alcool, comme l'urée et la matière glutineuse de l'indigo; la caféine, la leucine, le gentianin; ou insolubles dans l'eau et l'alcool, solubles dans les dissolutions alcalines et dans plusieurs acides, et décomposées en totalité par la chaleur, comme la fibrine, le mucus, la mélaïne, et la matière jaune de la bile; ou enfin, insolubles dans l'eau et l'alcool, dans l'éther, dans les acides et les alcalis étendus, fungine, indigo pur et pollénine. Quant à l'oxide cystique, c'est une matière qui se combine, soit avec les bases, soit avec les acides.

Les matières azotées alcalines peuvent se diviser en deux ordres, suivant qu'elles ont ou n'ont pas la propriété de saturer les acides. La morphine, la strychnine, la brucine, la quinine, la cinchonine, la solanine, la daturine, la delphine, la corydaline, la vératrine et l'émétine, seraient dans le premier cas, et l'atropine et la narcotine, dans le second cas.

M. Despretz termine son traité par l'examen chimique des

parties liquides et solides des animaux, par les phénomènes de la respiration, par des généralités sur les combinaisons binaires et sur les sels, pour arriver enfin à la théorie atomique, et terminer par un traité succinct des analyses chimiques, avec un appendice où se trouvent exposés brièvement la fabrication des poudres, des eaux-de-vie, et les procédés de la teinture.

MÉLANGES.

192. PARIS. — *Académie des sciences. —Séance du 4 janv.* 1830. — M. Girard, président, et M. Duméril, vice-président. —M. Thénard fait un rapport sur le procédé de M. Chevalier, pour nettoyer les murs par l'acide muriatique. Le rapporteur craint que cette opération ne fasse noircir plus vite les pierres.— Le même académicien fait un rapport défavorable sur le degré de cuisson du plâtre, proposé par M. Payen.—M. Cauchy fait un rapport favorable sur un mémoire de feu M. Voisard, relatif à l'analyse mathématique.

11 *janv.* — M. Herpin annonce que les murs que l'on a nettoyés par l'acide muriatique, attirent l'humidité; il propose d'y substituer l'acide sulfurique qui n'aurait pas le même inconvénient, tout en rendant les pierres plus blanches. — M. Mathieu lit une lettre de M. d'Aubuisson, sur les froids qu'on a ressentis au midi de la France, du 26 décembre au 3 janvier, dont le maximum serait de 15°,1 au-dessous de zéro, tandis qu'à Paris ce maximum n'a été que de 14°,5. — M. Payen vient de nouveau soutenir son opinion sur la cuisson du plâtre. Il fera de nouvelles expériences à ce sujet.

18 *janv.* — M. Despretz annonce que le nickel, le cobalt, le zinc et l'étain possèdent, comme le fer, la propriété de décomposer soit l'eau, soit l'acide carbonique, à la température rouge, en enlevant à l'eau son oxigène, et réduisant l'acide à l'état d'oxide de carbone; et qu'à la même température, ces métaux sont réduits par l'hydrogène et par l'oxide de carbone. Il prépare l'acide acétique cristallisable en chauffant l'acétate de plomb avec l'acide sulfurique concentré, et prépare un sulfure de zinc, très-ressemblant au sulfure naturel, en chauffant fortement un mélange de soufre et d'oxide de zinc. — M. Che-

vallier ne pense pas que le nettoiement des murs par l'acide muriatique rende ces murs hygrométriques; il rejette l'emploi de l'acide sulfurique proposé par M. Herpin. — M. Mathieu fait un rapport favorable sur un mémoire de M. d'Aussy, ayant pour objet la détermination des positions du Caire, d'Alexandrie et de quelques points de la Méditerranée, fondée sur les observations que Nouet fit pendant la campagne d'Égypte, et en se servant des tables astronomiques les plus mordernes. — M. Dutrochet lit un mémoire relatif au mouvement circulaire qu'on observe dans l'eau renfermée dans des tubes inégalement exposés à l'action de la chaleur et de la lumière.

25. *janv.* — M. Becquerel annonce qu'il a produit des cristaux de soufre, de carbonate de potasse, de carbonate de plomb, de sulfate de chaux, de sulfate de baryte, semblables à ceux que l'on trouve dans la nature; il a de plus obtenu une belle cristallisation bleuâtre de carbonate double de cuivre et de potasse. — M. Dutrochet adresse de nouvelles recherches relativement à l'influence de la lumière sur le mouvement des liquides. — M. Cauchy lit un mémoire sur la détermination des racines primitives des nombres.

8 *févr.* M. Jacobi est nommé membre correspondant pour la section de géométrie, et M. Herschel pour la section d'astronomie. — M. Navier lit une lettre de M. Duhamel sur la formation de la glace au fond des eaux. — M. Raucourt lit un mémoire sur la vitesse de la Néva, à St.-Pétersboug, et sur les moyens de l'apprécier dans différentes parties de son cours. — M. Chevreul lit une note sur le principe colorant de la gaude, qu'il décore du nom de *lutéoline*.

15 *févr.* — M. Raucourt envoie une lettre sur la température de la Néva et sur la formation de la glace au fond de ce fleuve. — MM. Robiquet et Boutron-Charlat annoncent qu'ils ont trouvé de l'acide benzoïque à l'état de combinaison, dans l'huile des amandes amères. — M. Puissant fait un rapport favorable sur les globes et les cosmophères de M. Miller. — M. Navier fait un rapport très-favorable sur un travail de M. Beaudemoulin, intitulé : Recherches théoriques et pratiques sur la fondation par immersion des ouvrages hydrauliques, et particulièrement des écluses.

1 *mars.* — M. Dalton est nommé membre correspondant de la section de chimie.

8 *mars.* — M. Puissant lit un mémoire intitulé : Application du calcul des probabilités à la mesure de la précision d'un grand nivellement trigonométrique. Cette application est relative au grand nivellement que MM. Coraboeuf et Peytier viennent d'exécuter entre l'Océan et la Méditerranée, à travers les Pyrénées, et sur trois lignes différentes; il en résulte une différence de niveau égale à 0,88 mètre, en plus pour la Méditerranée; différence qu'on peut considérer comme nulle, ou comme du même ordre que les erreurs d'observation. — M. Freycinet fait un rapport sur le voyage du capitaine Dillon, à la recherche du naufrage de Lapeyrouse. — M. Cauchy lit un mémoire sur les diverses méthodes à l'aide desquelles on peut établir les équations qui représentent les mouvemens des corps solides ou liquides. — M. Sérullas en lit un autre sur l'action mutuelle de l'acide iodique et de la morphine, ou de l'acétate de cette base.

15 *mars.* M. Chevreul lit une lettre de M. Berzélius, qui annonce avoir trouvé de l'acide butirique dans l'urine humaine, et avoir fait une expérience qui prouverait que l'acide lactique est un acide particulier, et non une combinaison d'acide acétique et d'une matière organique fixe. — M. Sérullas lit des observations sur le chlorure d'iode.

29 *mars.* — M. Soubeiran lit un mémoire sur les arséniures d'hydrogène.

5 *avril.* — M. Cauchy lit un mémoire sur la propagation du son dans les corps élastiques, et sur le mouvement de la lumière. — M. Duhamel lit un mémoire sur le mouvement de la chaleur dans les corps solides.

12 *avril.* — MM. Ed. Laugier et A. de Kramer adressent un mémoire intitulé : De l'influence des substances organiques sur les caractères chimiques des sels minéraux. — M. Dumont-Moulin communique un système de nouvelles constructions hydrauliques. — M. Arago lit une lettre de M. Dumas, sur une variété de sel gemme de Wieliczka, qui a la propriété de décrépiter dans l'eau, en émettant beaucoup d'hydrogène, peut-être un peu carboné. — M. Cauchy lit un mémoire sur l'intégration d'une certaine classe d'équations aux différences partielles, et

sur les phénomènes dont cette intégration sert à faire connaître les lois.

19 *avril.* M. Arago présente quelques grains de palladium natif, recueillis par M. de Humboldt dans les mines de l'Oural.

24 *avril.* — Séance annuelle des quatre Académies. — M. Navier fait un rapport très-étendu sur la caisse d'épargnes et de prévoyance.

26 *avril.* — M. Dumas présente des cristaux d'un composé nouveau de chlore et d'acide acétique, formé en exposant le mélange de ces corps aux rayons solaires. — M. Gambart annonce la découverte qu'il a faite, le 21 avril à 4 h. du matin, d'une comète située dans la constellation du petit cheval. M. Arago ajoute que M. Nicollet a aussi vu cette comète dans la nuit du 25 au 26. — M. Puissant fait un rapport sur le Traité d'astronomie pratique de M. Francœur. — MM. Berthier et Sérullas font un rapport sur le mémoire de M. Soubeiran, concernant les arséniures d'hydrogène. — M. Sérullas lit une note sur les combinaisons de l'acide iodique avec les alcalis végétaux.

3 *mai.* — M. Gautier présente un mémoire sur la latitude de Genève. — M. Arago présente quelques éclats d'un gros chêne frappé par la foudre. Ces fragmens sont très divisés dans le sens de leurs fibres, de manière à ressembler à des balais. — M. Becquerel fait connaître un procédé électro-chimique pour séparer le manganèse et le plomb.

193. Londres. — *Société royale.* Séance du 11 février 1830. — M. Brewster envoie un mémoire sur la production de la double réfraction par simple pression, avec des observations sur l'origine de la structure qui produit la double réfraction.

18 *fév.* — On lit les observations du pendule faites au cap de Bonne-Espérance, par M. Fearon Fallows.

25 *fév.* — M. Brewster envoie deux mémoires, l'un sur les lois de la polarisation de la lumière par réfraction, l'autre concernant l'action qu'exercent sur la lumière les secondes surfaces des plaques transparentes.

4 *mars.* — M. Farquharson communique de nouvelles observations concernant l'action des aurores boréales sur l'aiguille aimantée. — M. Gilbert énumère les perfectionnemens qu'ont éprouvé les machines à vapeur employées en Cornouailles.

11 *mars.* — M. W. Lubbock communique un mémoire analytique sur les observations du pendule.

18 *mars.* — On lit un mémoire de M. Ritchie, sur l'élasticité des fils de verre, et sur les principales applications qu'on en peut faire aux diverses balances de torsion. — M. Simons envoie des recherches théoriques sur la vîtesse du son fondées sur les nouvelles expériences de M. Dulong et sur celles de MM. Moll et Van Beck.

25 *mars.* — Le cap. Sabine fait connaître des expériences comparatives sur les vibrations d'un pendule observé à Greenwich et à Altona. — Le même communique des expériences sur la correction de température pour les pendules employés récemment par les observateurs anglais.

1er *avril.* — Suite de la lecture des observations sur l'aurore boréale, par M. Farquharson.

22 *avril.* — M. Brewster envoie un mémoire sur les phénomènes et les lois de la polarisation elliptique des métaux.

29 *avril.* — On lit des recherches de M. Lubbock sur l'astronomie physique. L'auteur se propose de calculer les variations des élémens elliptiques des planète,s quelles que soient les puissances des excentricités que l'on conserve.

6 *mai.* — On lit un mémoire de M. Daubeny sur la présence de l'iode et du brôme dans certaines eaux minérales du sud de l'Angleterre.

10 *juin.* — On lit un mémoire de M. Were Fox sur les propriétés électro-magnétiques des veines métallifères situées dans les mines de Cornouailles.

17 *juin.* — Nouveau pyromètre, pour mesurer la dilatation des solides et déterminer les plus hautes températures en degrés du thermomètre ordinaire, par M. Daniell. — Le capitaine Kater fait connaître l'erreur des étalons des mesures linéaires, due au peu d'épaisseur des règles sur lesquelles on les trace. — M. Drummond lit un mémoire sur l'éclairage par les phares.

194. Londres — *Société astronomique* — (Suite du *Bulletin*, tom. X, n° 190.) — *Séance du* 13 *juin* 1828. — M. South achève la lecture d'un mémoire sur l'occultation de δ des Poissons par la Lune en février 1821. Il rappelle les diverses oc-

cultations d'étoiles, dans lesquelles on a cru remarquer certaines particularités au bord ou sur le disque même de la Lune, et cherche à expliquer la projection apparente des étoiles sur ce satellite.— On communique les mesures micrométriques du diamètre de Saturne, prises avec le grand réflecteur de Dorpat, par M. Struve.

14 *nov.* — On lit un mémoire de M. Epps, intitulé : Tables au moyen desquelles on déduit aisément la déviation azimuthale de l'instrument des passages, par les observations faites hors du méridien; méthode de réduire ces observations au méridien, et de déterminer la marche exacte de la pendule sur le temps sidéral.—On lit la première partie d'un mémoire du cap. Grant du Bengale, intitulé : Nouvelles méthodes perfectionnées pour trouver la longitude.—M. Herschel communique une observation faite sur la comète de Encke, le 4 novembre 1828. — M. South en communique d'autres sur la même comète.

12 *déc.* —MM. Henderson et Maclear ont calculé, à la demande du conseil, les occultations d'Aldébaran par la Lune, en 1829, pour divers observatoires en Europe, dans le but d'obsrver si cette étoile semblera projetée sur le disque lunaire, conformément à des observations antérieures.—On lit un mémoire de W. Richardson, intitulé : Constante de l'aberration de la lumière, déduite de 4119 observations faites à Greenwich, durant les années 1825, 1826, 1827 et 1828, avec les deux cercles murals de Troughton et de Jones. Cette constante est fixée à 20″,5. — M. Epps communique un mémoire sur l'inclinaison de l'axe de la lunette méridienne, accompagné de Tables.—M. Lee prie la Société d'accepter un cercle-méridien de deux pieds, divisé sur l'or par Troughton, qui appartenait à feu M. Evans.—M. Wollaston présente un objectif de trois verres achromatisés, fait par Pierre Dollond en 1771, et qu'il vient d'ajuster de la manière indiquée par lui aux *Transactions* pour 1822.

195. Turin—*Académie des sciences.* (Suite du *Bullet.*, tom. 8, n° 253.) *Séance du* 17 *janvier* 1827. — L'Académie approuve le projet de M. Ceriola, d'adapter l'emploi de la machine à vapeur à la mouture des grains. — M. Rossi présente des re-

cherches sur les matières que fournit la coroïde, quand on la lave dans l'eau, qui la prive de sa matière noire et de toutes les substances solubles.

21 *janv.*—Le comte Balbo présente un feuillet manuscrit trouvé dans les papiers du comte Morozzo, et que celui-ci devait lire à l'Académie, dans la séance du 3 juillet 1804; mais ce physicien étant mort d'un coup d'apoplexie, le 12 du même mois, sa note était jusqu'ici demeurée intacte. Elle est curieuse en ce qu'elle renferme une découverte qui n'a été faite qu'une vingtaine d'années plus tard, sur les rappots du magnétisme et du galvanisme; voici quelques passages de cette note écrite en français. « Dans les derniers jours de décembre (1803), il me « vint dans l'idée de tenter une expérience tout-à-fait nou- « velle.... C'était de tenter si au moyen de la pile galvanique, je « parviendrais à communiqner la vertu magnétique à des ai- « guilles, de la même façon qu'on peut la leur donner au « moyen de la machine électrique, (ce que Beccaria avait « déjà observé). J'ai donc formé la pile de 36 disques d'argent, « et d'autant de zinc. J'ai placé une aiguille d'acier qui avait « la pointe des deux côtés, sur une mince plaque de cuivre, « qui était attachée au disque de zinc inférieur qui formait la « base de la colonne; l'aiguille était placée dans la direction « du méridien; ensuite j'ai placé une extrémité de l'arc conduc- « teur sur le disque d'argent qui était à l'extrémité de la pile, « et avec l'autre bout j'ai touché la pointe nord de l'aiguille; « ensuite j'ai remis la boule du conducteur sur le même disque « supérieur d'argent, et avec l'autre bout du conducteur, je « touchai l'aiguille à la pointe qui était dans la direction du sud. « Cette opération ne dura qu'une demi-minute » (et l'aiguille fut aimantée, car elle se dirigeait au nord, elle avait la polarité, et attirait la limaille de fer). « De plus grosses aiguilles « furent aimantées de même..... Je suis parvenu à aimanter des « aiguilles sans me servir de l'arc conducteur, mais simplement « en plaçant l'aiguille sur un plateau de zinc. Avec deux piles « de 30 disques, ayant placé un petit barreau d'acier de deux « lignes en carré, sur le plateau argent de la deuxième co- « lonne; ayant fait communiquer de la base zinc de la pre- « mière pile un fil de fer qui touchait à la pointe du barreau,

« j'en obtins de même le barreau très-aimanté, et qui, lors-« qu'il fut suspendu, marqua les pôles. Donc le fluide galvani-« que, à l'instar de l'électrique, a la propriété de communi-« quer aux aiguilles la vertu magnétique de la polarité. » Après avoir posé de nouvelles questions à résoudre, Morozzo, qui tenait pour l'identité des fluides magnétique et électrique, voulait qu'on n'oubliât jamais ce grand axiome *de ne point multiplier les causes sans nécessité.*

4 *févr.* — M. Ferrari a observé qu'en mêlant à l'eau des chaudières, de la grosse poudre de charbon, les incrustations qui s'y formaient auparavant, ou ne s'y produisent plus, ou sont beaucoup plus faciles à enlever. Le même auteur prétend que le vin n'est qu'un éther.—M. Lavini fait connaître une nouvelle analyse des cendres du Vésuve.—M. Plana lit une addition à la première partie de la note de M. Laplace, sur les deux grandes inégalités de Jupiter et de Saturne, insérée dans la *Connaissance des Temps* pour 1829.

18 *févr.* — M. Ferrari propose une manière d'obtenir l'oxide rouge de fer, qui n'est pas nouvelle, et de faire l'éther nirique, laquelle ne reçoit pas l'approbation de l'Académie. Le même présente un siphon à bulle, à l'usage des pharmaciens.

24 *juin*—M. Plana lit un mémoire sur le développement de la grande inégalité de Jupiter et de Saturne, dépendante des cinquièmes puissances des excentricités et de l'inclinaison mutuelle des deux orbites; et une note sur la courbe en équilibre, formée par une lame élastique, pliée par deux forces égales, dirigées en sens contraire, suivant la droite qui joint ses extrémités.

25 *nov*, — M. Plana lit des réflexions sur différentes formules relatives au calcul de la réfraction astronomique.

196. Sur le déclin des sciences en Angleterre; par M. Babbage.

Pour peu que l'on s'occupe de l'étude des sciences, non en suivant les leçons orales des professeurs ou en lisant des traités spéciaux, mais en parcourant les mémoires académiques et les principaux journaux scientifiques de tous les pays, on ne reste pas long-temps à se faire une idée assez nette de l'état des sciences chez les divers peuples, et de la part qu'il faut attribuer à

ceux-ci dans le développement général de nos connaissances. Sous ce rapport, l'Angleterre paraît, sinon rétrograder, du moins se laisser dépasser de beaucoup par les pays les plus civilisés du continent. Cette remarque a pu être faite par toute personne suffisamment instruite, et sans qu'on puisse l'attribuer à des préjugés, à un esprit de nationalité mal entendu ; elle n'a pu échapper aux savans anglais qui ont visité le continent ; mais aucun d'eux n'avait encore eu le bon esprit ou le courage de la présenter à ses compatriotes, sans aigreur ni rancune, mais avec le ton philosophique qui convient à un sujet si délicat. C'est la tâche que vient de remplir M. Babbage, professeur de mathématiques à l'Université de Cambridge, et membre de la Société royale de Londres. Il énumère les principales causes auxquelles on doit attribuer le déclin des sciences en Angleterre ; il indique les améliorations que l'on pourrait apporter dans l'organisation de l'instruction publique et des sociétés savantes, pour remettre son pays au rang distingué que lui avaient assigné les immortels travaux de Newton.

M. Babbage parle d'abord de l'état peu satisfaisant de l'instruction publique en Angleterre. Les élèves, dit-il, sortent de nos écoles, ignorant même les élémens de presque toutes les sciences, et passent ensuite dans des universités qui n'ont été primitivement établies que pour les études théologiques ; on se borne à y commenter les auteurs classiques, et à enseigner les mathémathiques. Il sera d'autant plus difficile de changer ce mauvais système, qu'il a formé les classes les plus élevées de la société, celles en un mot qui ont la direction de toutes les affaires ; et malheureusement les discussions à ce sujet, qui ont été quelquefois soulevées au sein du parlement, laissent peu d'espoir d'arriver prochainement à cette réforme universitaire.

Et quels encouragemens reçoivent les personnes qui étudient les sciences ! Il n'y a point de carrières purement scientifiques en Angleterre. C'est en amateur qu'il faut s'adonner à ce genre d'études, quand les occupations pécuniaires en laissent le temps. Comme récréation, la science pourrait occuper dignement les loisirs des dignitaires ecclésiastiques. Mais l'étude des lois captive tous les esprits, parce que c'est le moyen le plus assuré de faire son chemin. Quant aux récompenses publiques décernées

parfois à ceux qui brillent dans les arts, elles ne sont rien en comparaison des bénéfices que les inventeurs retirent de la vente de leurs secrets, ou de l'exploitation publique de leurs découvertes. L'argent, en Angleterre, est un stimulant bien plus actif que la gloire. Et qui décernerait les récompenses nationales! Seraient-ce les chefs des administrations publiques, dont l'incapacité est complète en matière de science? Seraient-ce les savans eux-mêmes? Mais ils ne sont point investis d'assez de puissance, et d'ailleurs ils ne jouiraient jamais d'une réputation d'indépendance. Il est vrai que ces derniers devraient être consultés un peu plus souvent par les organes du gouvernement; celui-ci, par exemple, eût épargné à l'État deux ou trois millions de livres sterlings, s'il s'était aperçu plutôt que les annuités qu'il payait étaient basées sur des tables inexactes. En d'autres pays, la science est un chemin qui conduit aux places et aux dignités; le nombre des savans étrangers qui sont parvenus à de hauts emplois est très-considérable; mais en Angleterre, on ne peut guère citer que l'exemple de Newton, qui était devenu maître de la monnaie. Resterait, pour les savans anglais, l'honneur d'entrer dans les académies, si le nombre de leurs membres était limité. Il paraît que M. Babbage attache beaucoup de prix aux récompenses du pouvoir; les titres et les décorations que celui-ci décerne, lui sembleraient en rapport avec le nombre des hommes illustres. Aussi compte-t-il à l'Institut de France, 2 ducs, 1 marquis, 4 comtes, 2 vicomtes, 14 barons et 5 pairs de France. Le nombre des pairs anglais qui honorent la Société royale de leur adjonction est, il est vrai, beaucoup plus grand; mais en se bornant à ceux qui cultivent réellement les sciences, parmi les 109 membres de cette Société qui ont inséré des mémoires aux Transactions philosophiques de 1827, on ne voit figurer qu'un pair, 5 baronets et 5 chevaliers. Enfin les émolumens d'un savant, en Angleterre, sont très-inférieurs à ceux d'un savant étranger, d'un savant français, par exemple.

A une certaine époque, il n'existait en Angleterre que la Société royale de Londres. Les botanistes s'en séparant les premiers, fondèrent la Société Linnéenne. Plusieurs années après fut établie la Société géologique; et plus récemment encore, la Société astronomique. Les membres des Sociétés dissidentes se plaignaient tous du peu d'intérêt que la Société mère attachait

à leurs études spéciales. Ils firent donc de l'opposition contre la Société royale, et leur nombre s'accrut par la persécution. Parmi toutes ces nouvelles Sociétés, celle qui se distingua le plus fut la Société astronomique. La Société royale ayant modifié son système persécuteur, d'autres Sociétés, comme celles dites zoologique, médico-botanique et météorologique, s'établirent sans opposition, et c'est pour cette raison qu'elles ont peu prospéré, ou même qu'elles sont tombées. Toutes, maintenant, s'occupent de leurs études sans rivalité. Elles se recrutent par l'appât qu'elles offrent aux esprits vaniteux d'acquérir de la gloire à prix d'argent, et de la traîner à la suite de leurs noms en lettres formulées de la manière suivante :

SOCIÉTÉS.	PRIX ANNUEL.		LETTRES INITIALES. (1)
	liv.	sous.	
Société royale	50	0	F. R. S.
Société royale d'Edimbourg	25	4 (2)	F. R. S. E.
Académie royale de Dublin	26	5	M. R. I. A.
Société royale de littérature	36	15	F. R. S. Lit.
Société des antiquaires	50	8	F. A. S.
Société Linnéenne	36	0	F. L. S.
Société géologique	34	13	F. G. S.
Société astronomique	25	4	M. A. S.
Société zoologique	26	5	F. Z. S.
Institution royale	50	0	M. R. I.
Société royale asiatique	31	10	F. R. A. S.
Société horticulturale	48	6	F. H. S.
Société botanico-médicale	21	0	F. M. B. S.

(1) La lettre F est l'initiale de *Fellow*, membre. Les autres seront aisément comprises.

(2) Maintenant la Société d'Edimbourg, au lieu de contributions annuelles, reçoit une somme calculée sur la vie du membre.

De cette manière, dit l'auteur, ceux qui ambitionnent des distinctions scientifiques, peuvent, moyennant finance, transformer leur nom en une espèce de comète dont la queue se compose d'une quarantaine de lettres, au prix moyen de 10 livres 9 sous 9 deniers $\frac{1}{4}$.

Ces Sociétés n'auront pas une longue durée, bien qu'elles admettent la publicité des lectures et des discussions en assemblée générale, avantage que ne possède point la Société royale. La Société géologique permet les discussions orales sur chaque mémoire qu'on y lit. La Société astronomique n'admet pas encore ce genre de discussions, mais elle marche bien. Quant à la Société zoologique, elle n'a pas dans son conseil des hommes

capables; elle est très-riche; elle devrait admettre la publicité des séances. La Société horticulturale a marché rapidement vers sa fin et a laissé une dette de 19000 livres sterlings. La Société botanico-médicale a affiché de grandes prétentions, et a enrôlé bon nombre de princes; mais son allure l'a rendue méprisable, et le plus grand honneur qu'elle puisse maintenant conférer à l'un de ses membres, c'est de l'expulser.

Mais les attaques de l'auteur sont principalement dirigées contre la Société royale. Veut-on faire partie de cette Société? le solliciteur se fait présenter par trois membres; sa demande est portée au secrétariat et affichée dans la salle des séances. Au bout de dix semaines, l'aspirant est nécessairement reçu, s'il n'a jamais fait ou publié de recherches scientifiques; mais s'il se trouve avoir écrit des mémoires, la médiocrité les scrute avec jalousie, et le pauvre auteur est sûr d'être refusé, à moins qu'il n'ait des protecteurs puissans. C'est ainsi que depuis 14 ans, le petit nombre de ceux qui ont été repoussés, étaient tous des savans distingués; il est vrai qu'ils avaient la chance de se représenter jusqu'à trois fois; mais la forte rétribution que chaque membre est obligé de donner à la Société royale, avait été calculée pour éloigner à tout jamais les hommes d'un vrai mérite, qu'on sait être ordinairement pauvres.

Personne n'ignore que Davy a long-temps présidé la Société royale. Ses manières hautaines et sa partialité avaient fini par faire désirer son changement. Il fut donc remplacé, sur la fin de 1827, par M. Davies Gilbert, homme extrêmement riche, mais d'une nullité scientifique absolue. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur quelques-uns des mémoires qu'il a fait insérer aux Transactions philosophiques. Mais le conseil de la Société royale a été d'avis que M. Gilbert était bien la personne *la plus capable* d'occuper la présidence. Dire *capable*, était, suivant M. Babbage, suffisamment flatteur; *très-capable*, c'était se moquer un peu de la Société; mais, *le plus capable*, était un langage inoui, même de la part du conseil. Cette singulière promotion devait nécessairement accélérer la décadence de la Société.

Bientôt, en effet, le conseil de l'Amirauté n'ayant plus de respect pour le conseil de la Société royale, chercha à l'abaisser pour le mieux dominer. Il commença par la suppression ou

mieux par la désorganisation du Bureau des longitudes. Ce Bureau était composé d'un certain nombre d'agens du gouvernement, n'ayant aucune connaissance des matières que l'on y traitait, de plusieurs professeurs des deux universités, de l'astronome royal (M. Pond), de trois membres honoraires appartenant à la Société royale, et de trois commissaires résidens. Ces derniers devaient connaître les mathématiques, l'astronomie et la navigation, et avaient la rédaction de l'annuaire; ils recevaient un traitement annuel et étaient nommés pour dix ans par l'Amirauté : tous les autres membres du Bureau des longitudes étaient à vie. L'arrêt de dissolution de ce Bureau portait que les trois membres résidens seraient maintenant pris dans le conseil de la Société royale, bien que ce conseil soit renouvelé tous les ans. Les trois membres résidens étaient MM. Kater, Herschel et Young secrétaire. Les deux premiers refusèrent de continuer leur service; M. Young resta, et on lui adjoignit MM. Sabine et Faraday. Or, il est bien connu que M. Faraday est simplement chimiste, et qu'il ne s'est jamais occupé de mathémathiques, ni d'astronomie, ni de navigation. Sans doute la chimie peut avoir quelque point de contact avec la navigation, la navigation en a certainement avec l'astronomie, et cette dernière science est intimement liée aux théories mathématiques; mais il faut que l'Angleterre soit bien dépourvue d'hommes spéciaux, ou que l'intrigue y ait de singulières ressources, pour offrir aux yeux de l'Europe savante le spectacle d'un chimiste occupé de longitudes. Que l'on se figure en France M. Thénard installant à l'observatoire de Paris, son préparateur M. Barruel! On dit que M. Faraday vient de renoncer volontairement à sa nouvelle charge. Quant au capitaine Sabine, il n'est connu que par des observations du pendule. Ces observations sont en apparence d'une précision extrême, et un accord étonnant règne dans tous ses résultats, accord que les meilleurs expérimentateurs, employant des instrumens de la plus grande dimension, n'avaient jamais atteint. Il semble, dit M. Babbage, que le capitaine Sabine possède quelque secret de vision, un tact exquis que l'on n'a jamais rencontré ailleurs, ou, comme le pense M. Biot, une faculté surhumaine. Aussi M. Sabine jouit-il maintenant de toutes les faveurs du gouvernement; la Société royale lui a décerné la médaille de Copley, et l'Académie des sciences de

Paris la médaille de Lalande; mais observe M. Babbage, les médailles de la Société royale ont perdu leur lustre, et celles de l'Académie même ne confèrent plus l'immortalité. Ses critiques portent tant sur les observations de passages que sur celles de hauteurs, faites par M. Sabine. Ce dernier, en effet, n'avait qu'une lunette méridienne de 30 pouces de longueur, et néanmoins un quart de ses nombres s'accordent parfaitement entre eux, et un dixième ne diffèrent que d'une seconde; les observations de Sierra-Leone sont tellement précises, que sur 72 on en trouve 19 exactement concordantes, ainsi que la moitié des 24 culminations d'étoiles par la lune. Le capitaine Kater n'a jamais obtenu plus d'un onzième de ses observations parfaitement d'accord, en se servant d'une lunette de 3 pieds et demi; même concordance dans les observations de M. Bessel, faites avec une lunette de 5 pieds; et à Greenwich, on a obtenu dans les observations de janvier 1828, seulement 15 concordances sur 33 observations faites avec une lunette de 10 pieds. Quant à la mesure des hauteurs méridiennes, M. Sabine les prenait au moyen d'un cercle répétiteur à niveau, de 6 pouces de diamètre, que le Bureau des longitudes avait fait construire dans le but de voir quelle précision on pouvait attendre de pareils instrumens; mais M. Sabine ayant estimé à une seconde la valeur de chaque division du niveau, valeur qui fut ensuite portée par M. Kater à onze secondes, les observations de M. Sabine sont devenues très-discordantes, de parfaitement concordantes qu'elles étaient d'abord.

Le cumul scientifique est aussi l'une des plaies de l'Angleterre, quoiqu'il se trouve porté à un moindre degré qu'en France. Parmi les cumulards anglais, l'auteur cite M. Pond qui est à la fois astronome royal, inspecteur des chronomètres et surintendant de l'almanach nautique; M. Sabine, officier d'artillerie en congé, secrétaire de la Société royale et conseiller de l'Amirauté; M. Brande, clerc des fers à la monnaie royale, professeur de chimie à l'Institution royale, chimiste de la Compagnie des Indes, lecteur de matière médicale à la pharmacie de Hall, surintendant de chimie pratique à la même pharmacie, lecteur de chimie au même lieu, éditeur du Journal de l'Institution royale, et secrétaire pour l'étranger à la Société royale. Sans doute le président n'a fait ce dernier choix qu'après avoir

bien scruté la liste des membres de la Société; car il n'ignorait point que les Académies de Suède, de Danemark, d'Écosse, de Prusse, de Hanovre et de France, sont dignement représentées par leurs secrétaires, et qu'elles reçoivent un certain lustre des travaux scientifiques des Berzélius, des Oerstedt, des Brewster, des Eucke, des Gauss et des Cuvier. Il eût sans doute complété cette auréole de gloire et restauré la pleïade perdue, s'il n'avait pas craint d'effacer les autres lumières de son conseil; toutefois il a conservé l'espoir que, par leur réunion, les astres de ce petit système apparaîtraient aux regards des nations, comme une faible nébuleuse dans l'horizon obscur de l'Angleterre.

M. Babbage se plaint des dépenses excessives et souvent inutiles que fait le conseil de la Société royale. Par exemple, le docteur Home a inséré à lui seul, dans les Transactions philosophiques, au moins 257 planches dont la gravure peut avoir coûté 2594 livres sterlings. L'impression des discours du président grève aussi beaucoup le trésor de la Société. Mais ces abus ne sont rien en comparaison de ce fait scandaleux que l'auteur n'a pas craint de divulguer. Le gouvernement anglais paie l'impression des observations de Greenwich, mais cette dépense est surveillée par le conseil de la Société royale. Il y a quelques années qu'un membre de cette Société découvrit dans une fabrique de carton, un grand nombre d'exemplaires de cet ouvrage; deux tonnes allaient être mises au pilon, et deux autres tonnes y avaient déjà passé. Cependant on a mille peines à se procurer les observations de Greenwich; l'auteur lui-même et plusieurs astronomes en ayant demandé quelques exemplaires au président de la Société royale, ce dernier ne put les leur procurer, par le motif qu'il n'en existait pas en nombre suffisant, même pour satisfaire aux demandes de toutes les Sociétés savantes de l'Europe. Bien plus, les 60 exemplaires qui, par un ordre du roi de 1785, devaient être mis à la disposition de la Société royale, n'arrivent point à leur destination. Il semble, en un mot, que M. Pond ne fasse détruire son ouvrage que pour en relever le mérite par sa rareté.

Voulant encourager les sciences par des récompenses pécuniaires, à l'imitation de ce qui se voit en France, le gouvernement anglais a fondé, en 1825, deux médailles de 50 guinées

chacune, qui doivent être décernées annuellement par la Société royale, aux auteurs des découvertes les plus importantes, faites durant le cours de l'année, par les savans de tous les pays. Mais dès la première année, le conseil de la Société dérogea à la principale condition du concours, en adjugeant l'une de ces médailles à M. Dalton, pour sa théorie atomique, publiée depuis plus de 20 ans; et l'autre, à M. Ivory, pour sa théorie des réfractions, imprimée en 1823. C'est alors que M. Brewster s'égaya sur le compte de la Société royale, en désignant à l'avance les noms des savans qui seraient couronnés pour des travaux d'ancienne date: nous croyons que, depuis, le railleur a reçu la médaille.

La médaille fondée par Copley, représente l'intérêt d'une donation de 2000 livres sterlings. Elle est accordée avec si peu de discernement, et en violant tellement les règles du concours, qu'elle n'est plus un honneur pour ceux qui la reçoivent. La médaille est décernée à monsieur A., par la raison qu'il ne l'avait pas encore reçue; ensuite elle est donnée à monsieur B., pour détruire dans le public la mauvaise impression qui en était résultée; et on finit par la remettre à monsieur C., qui la méritait mieux que tous les autres.

Un certain Fairchild a légué, à la Société royale, 25 livres sterlings, somme qui fut portée par des souscriptions à 3 livres de rente, sur les annuités de la mer du Sud. Le but du donateur était de payer une lecture ou sermon que l'on devait faire tous les ans à Shoreditch de St.-Léonard. M. Ascough toucha cette petite rente, de 1800 à 1804; et depuis cette époque, M. Ellis a toujours fait le sermon de rigueur. M. Babbage voudrait que le bon M. Ellis prît la peine de faire concorder certains passages des livres saints avec nos théories cosmologiques.

La lecture dite Cronienne n'est payée que 3 livres, comme la précédente; établie par le Docteur Croone sur la question des mouvemens musculaires, elle a été faite presque sans interruption, et depuis 20 ans, par l'inévitable M. Home. Quand l'anniversaire de cette lecture approche, M. Home envoie chercher une membrane musculaire, n'importe de quel animal; son dessinateur en retrace les contours et les divisions; M. Home met l'œuil au microscope pour examiner les dernières mailles de ce tissu; les planches sont magnifiquement gravées aux frais

de la Société royale; une ou deux pages de texte les accompagnent, et quand tout est fini, sir Evrard Home reçoit 3 livres sterlings.

Au reste la grande plaie de la Société royale n'est pas dans ce monopole des récompenses : c'est le désordre et l'arbitraire qui la tueront. D'après ses statuts, elle devrait choisir son président, ses officiers et son conseil; mais des listes de candidats dressées d'après le seul caprice du président actuel, sont distribuées aux membres à leur entrée dans la salle, et l'on est obligé de voter sans discussion. De plus, la Société, depuis quelques années, est travaillée par une cotterie qui a tout fait pour se maintenir au pouvoir et pour s'en partager les bénéfices; elle est composée de personnes d'un mérite très-médiocre, dont l'occupation principale est de se louer mutuellement, qui repoussent toute amélioration, traitent de factieux les partisans des réformes salutaires, et expulsent du conseil les membres qui ont montré quelque indépendance. Le président est naturellement le chef de cette cotterie; d'abord il choisit son conseil et le remplit de ses créatures; il les élève à la dignité de secrétaires : le vieux secrétaire jouit d'un traitement annuel de 110 livres sterlings, le jeune secrétaire n'a que 105 livres, et le secrétaire pour l'étranger seulement 20 livres. Le président choisit enfin le vice-président, mais jusqu'à présent on lui a refusé le droit de nommer le trésorier; il semble que la Société ait craint une plus grande dilapidation de ses fonds; mais le président avait la ressource des sinécures, et il a créé une espèce de secrétaire adjoint, et une manière de sous-secrétaire adjoint. Là ne se borne pas ses attributions; il est encore curateur du muséum britannique; il a une grande influence sur le choix de l'astronome royal; il peut nommer aux trois places de conseillers de l'Amirauté, conservées après l'abolition du Bureau des longitudes; enfin il choisit les personnes qui, sur la demande du gouvernement, doivent s'adonner à toute espèce de recherches scientifiques.

Cette pernicieuse influence du président et de sa cotterie, a tellement déconsidéré la Société royale, qu'une réorganisation seule pouvait la relever dans l'estime des savans nationaux et étrangers. En 1827, la Société, sur la proposition de l'honorable M. South, désigna un Comité chargé de proposer des mesures de réforme. Ce Comité était formé de MM. Wollaston,

Young, Gilbert, South, Herschel, Babbage, Beaufort et Kater. Il proposa de réduire à 400 le nombre des membres de la Société, qui s'élevait alors à 714; pour opérer cette réduction d'une manière graduelle, on ne devait plus nommer que 4 membres par an, sur une liste générale de tous les candidats de l'année. On aurait paré à la diminution des revenus de la Société, qui devait résulter de cette mesure, au moyen de fortes économies et d'une surveillance des dépenses, exercée par un Comité des finances. On devait, pour attirer l'attention publique, publier la liste des savans qui auraient reçu des médailles, celle des membres qui auraient enrichi de leurs mémoires les transactions philosophiques, une liste enfin de tous ceux qui ont déjà reçu des récompenses scientifiques ou qui ont été les bienfaiteurs de la Société. On devait faire l'éloge des membres décédés, et publier les noms des personnes annuellement reçues. Les membres qui sortiraient du Conseil, auraient proposé leurs successeurs. Surtout on eut fait un meilleur choix des mémoires publiés par ordre de la Société, en les renvoyant préalablement à des commissions qui eussent conféré avec les auteurs, et qui eussent soumis à la Société elle-même les difficultés qu'elles n'auraient pu résoudre.

Le Comité présenta son rapport en juin 1827, et le Conseil actuel adoptant cette proposition, la recommanda vivement aux membres du Conseil que l'on devait élire en novembre de la même année. La cotterie vit son arrêt de mort dans cette réorganisation; elle intrigua, elle porta à la présidence M. Gilbert, qui avait ainsi montré de l'aversion pour la réforme; un noble pair vint à leur secours, et le nouveau Conseil rejeta le projet sans même le discuter.

197. Accusations portées contre le président de la Société royale; par M. South.

M. South se proposait aussi d'écrire un livre sur l'état actuel de la Société royale, et son influence sur le déclin des sciences en Angleterre. En attendant, il vient de publier une brochure de 23 pages, contenant 39 accusations dirigées contre le président M. Gilbert. Nous en dirons un mot s'il vient à réaliser son premier projet. On trouvera encore quelques détails sur ces querelles dans le *Philosophical Magazine*, juin 1830, p. 44; juillet, 72 et 73.

TABLE

DES ARTICLES DU CAHIER D'OCTOBRE 1830.

Mathématiques.

Astronomie.

Physique.

Chimie.

Mélanges.

ERRATA.

Page 242, ligne 31, *minimum*, lisez : *maximum*.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

MATHÉMATIQUES.

198. Note sur les propriétés générales du système de deux corps semblables entr'eux, et placés d'une manière quelconque dans l'espace; et sur le déplacement fini, ou infiniment petit, d'un corps solide libre; communiquée à la Société philomatique, séance du 5 février 1831; par M. Chasles.

On a souvent à considérer dans la science de l'étendue, le système de deux figures semblables entr'elles et semblablement placées; et les propriétés d'un tel système sont aussi simples qu'elles sont utiles dans les fréquens usages de la géométrie. Mais on n'a point encore étudié, je crois, les propriétés générales du système de deux figures *semblables entr'elles*, et *placées d'une manière quelconque* dans l'espace. Ces propriétés, cependant, sont nombreuses; et plusieurs paraissent mériter d'être connues. Elles comprennent, d'ailleurs, divers théorèmes généraux sur le déplacement fini quelconque d'un corps solide libre dans l'espace; et par conséquent, sur tout mouvement infiniment petit d'un corps solide. Elles peuvent répandre, sous ce rapport, une certaine lumière sur diverses questions de la mécanique.

Cette matière fait le sujet d'un écrit de quelqu'étendue, dont j'extrais, pour le moment, quelques résultats. Je commencerai par le théorème le plus simple de toute cette théorie; on peut l'énoncer ainsi : *Quand deux polygones égaux sont placés d'une manière quelconque dans un plan, il existe toujours un point du plan qui est également distant de 2 sommets homologues quel-*

conques des 2 polygones ; ce point est semblablement placé par rapport aux 2 polygones.

Ce théorème (Voyez la note ci-après de M. Hachette), est la base d'une méthode pour mener les normales à un très-grand nombre de courbes mécaniques, qui se trouvera exposée prochainement dans la Correspondance mathématique de M. Quetelet. M. Hachette en a déjà fait usage dans son Histoire des machines à vapeur, publiée l'année dernière (1830), pour mener la normale à la ligne à longue inflexion, décrite par un point de la tige d'un piston de machine à vapeur.

Si les 2 polygones, au lieu d'être égaux, sont semblables entr'eux, le théorème se généralise de cette manière : *Quand on a dans un plan 2 polygones semblables entr'eux, et placés d'une manière quelconque, il existe toujours un point du plan, tel que ses distances à 2 sommets homologues quelconques des 2 polygones, sont entr'elles dans un rapport constant. Ce point est semblablement placé par rapport aux 2 polygones ; et ce rapport est celui de 2 côtés homologues des 2 polygones.* Il suffit de faire tourner le second polygone autour de ce point, pour que tous ses côtés deviennent respectivement parallèles à leurs homologues dans le 1er polygone ; alors les 2 polygones seront semblablement placés ; et leur centre de similitude sera le point en question. *Si de ce point on abaisse des perpendiculaires sur les droites qui joignent les sommets du 1er polygone aux sommets homologues du second, les pieds de ces perpendiculaires seront les sommets d'un 3e polygone semblable aux deux premiers.*

Deux polygones semblables, placés d'une manière quelconque dans un plan, jouissent de plusieurs autres propriétés, dont nous aurons à faire usage ailleurs. Telles sont les suivantes : 1° *Toutes les diagonales de l'un, issues d'un même sommet, vont rencontrer les diagonales homologues du second, en des points qui sont tous situés sur une même conique ;* 2° *si on prend dans les 2 polygones deux droites homologues, et qu'on joigne par des droites les points où les côtés du 1er polygone rencontrent la 1re, aux points où les côtés homologues du second polygone rencontrent la 2e, toutes ces droites envelopperont une conique,* etc., etc.

Passons aux figures à trois dimensions. *Quand on a dans l'espace deux corps semblables entr'eux, et situés d'une manière*

quelconque, l'un par rapport à l'autre: 1° *il existe toujours dans l'espace un certain point* O, *dont les distances à* 2 *sommets homologues quelconques des* 2 *corps, sont entr'elles dans un rapport constant; ce point, qui est unique, est semblablement placé par rapport aux* 2 *corps; c'est-à-dire que si on le considère comme appartenant à un des* 2 *corps, il est lui-même son homologue dans le second;* 2° *il existe toujours une certaine droite* D, *dont les distances à* 2 *points homologues quelconques des* 2 *corps, sont entr'elles dans un rapport constant; cette droite, unique, est semblablement placée par rapport aux* 2 *corps; c'est-à-dire que, considérée comme appartenant au* 1er, *elle est elle-même son homologue dans le second;* 3° *il existe toujours un certain plan* P, *tel que les distances de* 2 *points homologues quelconques des* 2 *corps à ce plan, sont entr'elles dans un rapport constant; ce plan, qui est unique, est semblablement placé par rapport aux* 2 *corps; c'est-à-dire que si on le considère comme appartenant à l'un d'eux, il sera lui-même son homologue dans le second;* 4° *enfin, ce plan et la droite* D *sont à angle droit, et passent par le point* O.

Que par la droite D on mène 2 plans, passant respectivement par 2 points homologues des 2 corps; et qu'on fasse tourner le second corps autour de cette droite, jusqu'à ce que le second plan vienne se confondre avec le 1er; il est clair qu'alors les 2 corps seront semblablement placés; et le point O sera leur centre de similitude; donc: *quand on a dans l'espace* 2 *corps, semblables entr'eux, et placés d'une manière quelconque, l'un par rapport à l'autre, il existe toujours une certaine droite, autour de laquelle il suffit de faire tourner l'un d'eux pour le placer semblablement à l'autre.* Le plan P fait dans les 2 corps 2 sections homologues, lesquelles sont semblables entr'elles; donc: *quand on a dans l'espace* 2 *surfaces semblables entr'elles, et placées d'une manière quelconque, il existe toujours un certain plan qui les coupe suivant* 2 *courbes semblables entr'elles.*

Quand les 2 corps ne sont pas seulement semblables entr'eux, mais sont parfaitement égaux, le point O et le plan P passent à l'infini, et la droite D subsiste toujours; alors on a ce théorème: *quand on a dans l'espace* 2 *corps parfaitement égaux, et placés d'une manière quelconque, l'un par rapport à l'autre, il existe toujours dans l'espace une certaine droite indéfinie, qui, consi-*

dérée comme appartenant au 1er corps, est elle-même son homologue dans le second. D'où l'on conclut immédiatement cette propriété générale du déplacement d'un corps solide : *quand on a dans l'espace un corps solide libre, si on lui fait éprouver un déplacement fini quelconque, il existera toujours dans ce corps une certaine droite indéfinie, qui, après le déplacement, se retrouvera au même lieu qu'auparavant.*

Si on fait tourner le second corps (c'est-à-dire le corps pris dans sa seconde position), autour de cette droite, il deviendra semblablement placé au 1er; et si, ensuite, on lui donne un mouvement de translation dans le sens de cette droite, il viendra se superposer sur le 1er corps; ce qui prouve que : *l'on peut toujours transporter un corps solide libre d'une position dans une autre position quelconque déterminée, par le mouvement continu d'une vis à laquelle ce corps serait fixé invariablement.*

Étant donnés 3 points de la nouvelle position du corps, il est facile de déterminer la position et les dimensions de la vis. Si le corps est retenu par un point fixe, son déplacement pourra se faire par un simple mouvement de rotation autour d'un certain axe passant par ce point fixe. Si le déplacement d'un corps solide libre est infiniment petit, les théorèmes précédens donnent celui-ci : *quand on imprime à un corps solide libre un mouvement quelconque infiniment petit, il existe toujours dans ce corps une certaine droite qui glisse sur elle-même pendant que le corps tourne autour de cette droite; de sorte que le mouvement du corps n'est autre que celui d'une vis dans son écrou.* De là, on conclut, de la manière la plus rigoureuse, le principe des vitesses virtuelles, relativement à un corps solide libre, sollicité par des forces quelconques, puisque tout mouvement virtuel du corps n'étant autre que celui qu'une vis peut prendre dans son écrou, il suffit de démontrer ce principe relativement à la vis; ce qui n'offre aucune difficulté.

Quand le corps est retenu par un point fixe, la droite qui, dans le cas général, glisse sur elle-même, passe par ce point, et reste immobile; d'où résulte ce théorème si connu en mécanique : *tout mouvement infiniment petit d'un corps solide, retenu par un point fixe, n'est autre qu'un mouvement de rotation autour d'un axe fixe, mené par ce point.*

Reprenons les 2 corps semblables entr'eux, et placés d'une manière quelconque dans l'espace; que l'on joigne, par des droites, les points du 1er à leurs homologues dans le second, et qu'on demande quelles sont celles de ces droites qui, prolongées suffisamment, vont passer par un même point donné, on verra que *ces droites forment toujours un cône du second degré; et que les points du 1er corps d'où elles émanent forment sur ce cône une courbe à double courbure du 3e degré.*

Si l'on demande quels sont les plans du 1er corps qui rencontrent leurs homologues dans le second corps, suivant des droites toutes situées dans un même plan donné, on verra que *ces plans enveloppent une surface développable qui jouit de cette propriété, que chacun de ces plans la coupe suivant une conique; et que les droites, suivant lesquelles ces plans rencontrent leurs homologues, enveloppent elles-mêmes une conique.*

Le 1er de ces 2 théorèmes conduit au suivant:

Quand un corps solide est en mouvement, si on demande à un instant quelconque, quels sont ceux de ses points qui tendent vers un point donné, tous ces points seront sur une courbe à double courbure du 3e degré; et les élémens rectilignes qui parcourent ces points à l'instant où l'on considère le mouvement du corps, étant prolongés indéfiniment, formeront un cône du 2e degré.

Le système de 2 corps semblables, placés d'une manière quelconque dans l'espace, présente beaucoup d'autres propriétés géométriques, que nous omettons ici. Toutes ces propriétés se retrouvent dans le déplacement infiniment petit d'un corps solide. Mais cette question particulière mérite d'être traitée directement, parce qu'elle conduit à diverses autres vérités géométriques, intéressantes. que n'indique pas l'analyse du système de 2 corps semblables.

Plusieurs de ces propriétés, cependant, se trouvent déjà dans le système de deux corps égaux placés d'une manière quelconque. On le concevra d'après le théorème suivant, par lequel je terminerai cette note : *quand on a dans l'espace deux corps parfaitement égaux et placés d'une manière quelconque, si on joint, par des droites, les points du 1er aux points homologues du second, les points milieux de ces droites formeront un second corps solide, qui sera tel, qu'on pourra lui donner un*

mouvement infiniment petit, dans lequel tous ses points se dirigeraient suivant ces mêmes droites.

Démonstration de la proposition de la page 322, *lig* 3, par M. Hachette.

La proposition de M. Chasles se démontre pour deux figures quelconques F, F', qui sont situées dans le même plan, et qui ne diffèrent entre elles que par leur position sur ce plan. Ayant tracé sur la première figure une droite d'une longueur quelconque A B, cette droite, transportée avec la figure F, prendra sur son plan une position donnée A' B'. Joignant les points A, A' par une droite, les points B, B' par une autre droite, les perpendiculaires élevées sur les milieux de ces droites se rencontreront en un point I, tel que le triangle I A B sera égal au triangle I A' B' : d'où il suit que la droite A B tournant autour du point I, viendra prendre la position A' B'; et, parce que la figure F, fixe par rapport à la droite A B, a tourné avec cette droite, il s'ensuit qu'elle coïncidera avec la figure F', lorsque la droite A B aura pris la position A' B'.

Pour appliquer cette démonstration au polygone quelconque, il suffit de supposer que la droite A B est un côté de ce polygone.

5 *février* 1831.

ASTRONOMIE.

199. Mémoire sur les perturbations des comètes; par M. Damoiseau (*Connaiss. des Temps* pour 1832, p. 25.)

« La grande excentricité et l'inclinaison sous tous les angles des orbites de comètes, dit l'auteur, ne permettent pas d'exprimer analytiquement les perturbations qu'elles éprouvent par l'action des planètes pour un nombre indéfini de révolutions : on est réduit à les déterminer par parties et au moyen des quadratures. Pour y parvenir, je calcule pour divers points de l'orbite pris successivement, les variations différentielles des élémens de la comète ; ces points, espacés arbitrairement, sont en même temps les origines d'autant d'intervalles de temps, qui s'étendent de part et d'autre à égales

distances à-peu-près, embrassant dans leur ensemble la durée du temps pendant lequel on veut connaître l'effet de la force perturbatrice. Par l'emploi des différences de plusieurs de ces variations successives, on détermine, en intégrant, les changemens correspondans dans la durée de chacun des intervalles. En réunissant les altérations partielles pour chaque élément, on obtient l'altération totale qu'il a éprouvée pendant le temps donné : on arrive ainsi à la connaissance de l'état précédent ou de l'état futur de la comète. »

Appliquant sa méthode à la comète de 1759, l'auteur a calculé les élémens suivans de son retour en 1835 :

Instant du passage au périhélie, 4, 32 novembre 1835.

Demi-grand axe	17,9852
Distance périhélie	0,588017
Inclinaison de l'orbite	17° 41′ 5″
Longitude du nœud ascendant	55 9 7
Longitude du périhélie	304 27 24

200. Détermination du prochain retour au périhélie de la comète de 1759 ; par M. de Pontécoulant. (*Ibid.* pour 1833, p. 104).

L'auteur ne donne ici qu'un extrait du mémoire qui lui a valu le grand prix de mathématiques, proposé par l'Académie des sciences pour 1829. « La méthode, dit-il, par laquelle j'ai déterminé les perturbations que subit la comète par l'action des planètes près desquelles elle passe, est, à quelques simplifications près, celle qu'a donnée Lagrange dans son beau mémoire couronné en 1780 par l'Académie des sciences de Paris, et qui a été depuis adoptée par tous les géomètres qui ont traité cette matière. (Voyez la *Mécanique céleste*, tome 4, liv. 9). Pour appliquer les formules générales à la comète de 1759, il fallait d'abord discuter de nouveau avec soin les observations de cette comète faites en 1682 et en 1759, afin d'en conclure les élémens elliptiques de son orbite à ces deux époques. Burckard avait rempli cette tâche, et j'ai adopté les résultats de son travail, qu'on trouve rapportés dans la *Connaissance des Temps* pour 1819. Ces résultats donnent :

Élémens de la comète en 1682.

Instant du passage au périhélie 1682, sept. 14j, 74002

Excentricité..........................	0,9676760
Longitude du périhélie..................	302° 03′ 45″
Longitude du nœud ascendant............	51 17 10
Inclinaison de l'orbite..................	17 48 00

Élémens de l'orbite en 1759.

Instant du passage au périhélie 1759, mars	12j,58976
Excentricité..........................	0,9675571
Longitude du périhélie..................	303° 10′ 01″
Longitude du nœud ascendant............	53 50 11
Inclinaison de l'orbite..................	17 37.12

« Considérant donc, d'après l'intervalle de temps observé entre les deux passages, l'orbite décrite par la comète de 1682 à 1759, comme une ellipse dans le grand axe, répondant à une révolution de 27937 jours, est 18,01861, la distance moyenne de la Terre au Soleil étant prise pour unité, je me suis occupé d'abord de déterminer la valeur du moyen mouvement diurne à cette dernière époque, élément indispensable pour les calculs suivans, et qui est le seul qui ne puisse se conclure de l'observation directe. Pour y parvenir, j'ai partagé à l'ordinaire la courbe elliptique en parties égales, et assez petites pour pouvoir déterminer, pour chacune d'elles, par les seules formules différentielles, les altérations des divers élémens qui entrent dans l'expression de l'anomalie moyenne; la somme de ces altérations partielles, moins la demi-somme des altérations extrêmes, m'a donné, d'une manière suffisamment exacte, la valeur totale des altérations que subit chacun de ces élémens, et par suite l'anomalie moyenne pendant cette révolution : de là j'ai conclu sans peine la valeur du moyen mouvement au périhélie de 1759.

« Avec cette donnée et les élémens fournis par les observations de 1759, j'ai calculé ensuite les perturbations que subira la comète depuis 1759 jusqu'à sa prochaine apparition; mais comme on ne connaît pas *à priori*, dans cette révolution comme dans la précédente, le temps périodique, ni les élémens de l'orbite aux deux passages successifs au périhélie, pour plus de précision, j'ai redressé la courbe elliptique de 30° en 30°, en ayant soin d'employer au commencement de chaque intervalle les élémens déterminés par les approximations précédentes. De plus, outre les actions sur la comète,

des planètes Jupiter, Saturne et Uranus, auxquelles j'avais eu égard pendant la révolution précédente, j'ai considéré aussi l'action de la Terre, qui causera dans sa marche une altération très-sensible. Ces diverses opérations terminées, il m'a été facile de fixer l'époque du retour de la comète à son périhélie, et d'assigner les élémens de son orbite à cet instant.

« Les résultats que j'ai obtenus de cette manière sont renfermés dans les tableaux suivans, où je désigne, comme dans la *Mécanique céleste*, par T l'intervalle compris entre les passages de 1682 et de 1759, par n le moyen mouvement diurne de la comète, par ω la longitude de son périhélie, par ϵ celle de l'époque, par ζ son anomalie moyenne, par e son excentricité, et où p et q représentent deux fonctions qui servent à déterminer la position de l'orbite, en sorte que si l'on nomme φ l'inclinaison de l'orbite troublée de la comète sur le plan de son orbite primitive, et α la longitude de son nœud ascendant, comptée de l'axe des abscisses, on a

$$p = \text{tang}\,\alpha\,\sin\alpha, \qquad q = \text{tang}\,\alpha\,\cos\alpha. \qquad (c)$$

Altérations du moyen mouvement, de la longitude du périhélie, de la longitude de l'époque, et de l'anomalie moyenne, depuis le passage de la comète au périhélie en 1682 jusqu'en 1759.

…NÈTES …RBATRICES.	$\int dn$.	$T\int dn$.	$\int t\,dn$.	$\int dt\int dn$.	$\int d\omega$.	$\int d\epsilon - \int d\omega$.	$\int d\zeta$.
…………	+0″,331646	+ 9265,20	−5390″,93	+14656″,13	−268″,25	+2091″,34	+16747″,47
…………	+0,028336	+ 791,61	+ 739,94	+ 51,67	− 98,41	+ 342,09	+ 393,76
…………	+0,013963	+ 390,08	+ 152,93	+ 237,15	− 11,03	+ 102,05	+ 339,20
…IONS TOTALES..	+0″,373945	+10446″,89	−4498″,06	+14944″,95	−377″,69	+2535″,48	+17480″,43

« A l'aide de ces valeurs, il est facile de déterminer le moyen mouvement diurne de la comète à l'instant du passage au périhélie de 1759. En effet, si l'on désigne par N ce moyen mouvement au périhélie de 1682, et que dans l'équation

$$\xi = N\,t + \int d\zeta, \qquad (d)$$

on suppose

$$\zeta = 1296000'', \ t = T = 27937, \ \int d\zeta = 17480'',43,$$

on en tirera

$$N = \frac{1278519'',57}{27937} = 45'',76437.$$

En nommant donc N′ ce que devient cette valeur au périhélie de 1759, on aura

$$N' = N + \int dn = 46'',13832.$$

« Cette valeur de N′, jointe à celles des autres élémens de l'orbite rapportés plus haut, complète les données nécessaires à la détermination des altérations que subit chacun de ces élémens pendant la période qui s'écoulera de 1759 jusqu'à la prochaine apparition de la comète. Nous avons déjà indiqué la marche suivie dans ce calcul; nous ajouterons seulement que nous avons tenu compte des actions de Jupiter, de Saturne et d'Uranus sur la comète, pendant tout l'intervalle compris entre ses deux passages successifs au périhélie, comme nous l'avions fait pour la révolution précédente. Quant à l'action de la Terre, nous n'y avons eu égard que pendant les 150 premiers jours qui ont suivi l'époque du passage au périhélie de 1759, parce que la comète s'étant ensuite éloignée rapidement de notre planète, cette action est devenue tout-à-fait insensible.

Le tableau suivant contient le résultat de ces diverses opérations.

Altérations des divers élémens de l'orbite elliptique et de l'anomalie moyenne, depuis 1759 jusqu'au prochain retour de la comète.

PLANÈTES PERTURBATRICES.	$\int dn$.	$t\int dn$.	$\int t\,dn$.	$\int dt\int dn$.	$\int d\omega$.
Jupiter........	+0″,3916837	+10966″,36	+11250″,84	− 284″,48	− 850″,18
Saturne........	−0,0889308	− 2489,88	− 3795,70	+1215,82	− 84,55
Uranus........	+0,0091954	+ 257,45	+ 146,43	+ 111,02	− 23,11
Terre........	+0,0247899	+ 694,07	+ 1,70	+ 692,37	+ 0,55
ALT. TOTALES..	+0″,3367382	+ 9428″,00	+ 7603″,27	+1734″,73	− 957″,29

	$\int d\varepsilon - \int d\omega$.	$\int d\zeta$.	$\int de$	$\int dp$.	$\int dq$.
Jupiter........	+1620″,41	+ 1335″,93	−0″,00035241	−0″,00073447	−0″,00342496
Saturne........	+ 763,45	+ 1979,27	+0,00034304	−0,00010410	−0,00030874
Uranus........	+ 118,21	+ 229,23	−0,00002658	−0,00000766	+0,00002593
Terre........	+ 1,82	+ 694,19	»	«	»
ALT. TOTALES..	+2503″,89	+ 4238″,62	−0″,00003595	−0″,00084623	+0″,00370777

Il est aisé maintenant de déterminer l'époque du prochain retour de la comète à son périhélie, ainsi que les élémens de son orbite à l'instant de ce passage. En effet, si l'on désigne par T′ l'intervalle de temps compris entre le passage au périhélie de 1759 et le prochain retour de la comète au même point de son orbite, en faisant $\zeta = 360^\circ$ et $\int d\zeta' = 4238'',62$ dans l'équation (*d*), on aura

$$T' = \frac{360^\circ - 4238,62}{N'} = 28089^{j},4 - 91^{j},8 = 27997^{j},6 \;;$$

ce qui, à partir du 12,6 mars 1759, donne le 7,2 novembre 1835 pour l'instant du prochain passage de la comète à son périhélie.

La durée de la période précédente avait été 27937j., celle de la période actuelle la surpassera donc de deux mois à peu près, et sera la plus longue de celles qui ont été observées. L'inégalité de ces périodes mérite d'être remarquée; en voici le tableau.

Du 25 août 1531 au 26 octobre 1607..... — 27811 jours ou 76 ans et 2 mois environ.
Du 26 octobre 1607 au 14 septembre 1682. — 27352 jours ou moins de 75 ans.
Du 14 septembre 1682 au 12 mars 1759... — 27937 jours ou 76 ans et 6 mois environ.
Du 12 mars 1759 au 7 novembre 1835... — 27997 jours ou 76 ans et 8 mois environ.

On voit donc que, sans le secours de la théorie, il aurait été absolument impossible d'assigner l'époque du retour de la comète à son périhélie. La moyenne entre les durées des diverses révolutions successives ne représenterant pas, à plusieurs mois près, l'intervalle de temps qui s'écoulera depuis le 12 mars 1759 jusqu'à la prochaine apparition de la comète; et si l'on suivait les inductions de Halley, qui, en annonçant le retour de la comète au périhélie vers les premiers mois de 1759, appuyait sa prédiction spécialement sur ce que les révolutions précédentes avaient été alternativement de 76 ou de 75 ans, on s'exposerait à commettre une erreur beaucoup plus grave encore.

« Déterminons maintenant les élémens de l'orbite à l'époque du passage de la comète au périhélie en 1835. Si l'on nomme N'' et a'' les valeurs du moyen mouvement diurne et du grand axe de l'orbite de la comète à l'époque du passage en 1835, on aura

$$N'' = N' + \int dn = 46'',512265\,;$$

d'où l'on conclura $a'' = 17,98705$. Cette valeur est celle du demi-grand axe dont il faudra faire usage à la prochaine apparition de la comète, dans le calcul des observations qui serviront à déterminer son orbite. Si l'on nomme e' le rapport de l'excentricité à la distance moyenne, en partant des valeurs que nous avons adoptées pour 1759, on aura d'abord

$$e' = e + \int de = 0,9675212.$$

En substituant ensuite pour p et q leurs valeurs dans les équations (c), on en tire $\alpha = 167°0'36''$, $\varphi = 12'64''$. On a d'ailleurs pour le mouvement direct du périhélie par rapport aux fixes $\int d\omega = -957'',29$; d'où, en considérant le triangle intercepté sur la sphère céleste entre l'orbite de la comète en 1759, son orbite troublée et l'écliptique vraie, on conclura : inclinaison de l'orbite de la comète en 1835, 17° 44′ 24″; mouvement direct du nœud ascendant 35′ 44″; distance du nœud ascendant au périhélie de 1835, 249° 1′ 43″. En ajoutant à l'altération du nœud 1° 4′ 5″ pour la précession des équinoxes dans l'intervalle

de 76 ans, on aura sa variation par rapport à l'équinoxe mobile. En rassemblant ensuite les résultats précédens, on formera le tableau suivant des élémens de l'orbite de la comète à son retour au périhélie de 1835 :

Élémens de la comète en 1835.

Instant du passage au périhélie, 7 novembre	1835.
Demi-grand axe	17,98705
Rapport de l'excentricité au demi-grand axe.	0,9675212
Lieu du périhélie sur l'orbite	304° 31′ 43″
Longitude du nœud ascendant	55 30
Inclinaison de l'orbite	17 44 24

« M. Damoiseau a calculé de son côté les différentes valeurs que renferme le tableau précédent, dans un mémoire couronné par l'Académie de Turin en 1818, et inséré dans le Recueil de cette Société pour 1820. Les résultats qu'il a obtenus ont été rapportés aussi dans la *Connaissance des Temps* pour 1832 (*Bulletin*, n° précédent), et il sera facile par conséquent d'en faire la comparaison avec les nôtres. Cet astronome fixe l'instant du passage de la comète par son périhélie au 4 novembre 1835, c'est-à-dire que ce passage aurait lieu, selon lui, quatre jours avant l'époque que nous lui avons assignée. Cette légère différence entre les résultats de si longs et de si pénibles calculs tient sans doute, soit à ce que j'ai adopté pour les élémens des orbites de la comète et des planètes perturbatrices, ainsi que pour les masses de ces dernières, des données qui paraissent plus exactes que celles dont M. Damoiseau avait fait usage. »

201. TABLES DE PRÉCESSION, D'ABERRATION ET DE NUTATION pour 65 étoiles principales; par M. LARGETEAU. (*Ibid.*, pag. 114.)

202. DESCRIPTION SOMMAIRE DES PHARES ET FANAUX allumés sur les côtes de France, au 1 janvier 1831. (*Ibid.*, p. 148.)

Ces feux sont au nombre de 41 sur la Manche, de 23 sur l'Océan, et de 10 sur la Méditerranée : total 74.

PHYSIQUE.

203. SUR UNE NOUVELLE SÉRIE DE COULEURS PÉRIODIQUES, pro-

duites par les surfaces des métaux et des corps diaphanes, quand on les a rayées; par M. Brewster. (*Philosoph. Transact.;* 1829, p. 317.)

M. Brewster dit avoir lu, le 3 février 1823, à la Société royale d'Edimbourg, un extrait des recherches qu'il avait entreprises depuis un an, concernant l'action des surfaces rayées sur la lumière; mais ayant bientôt appris que Frauenhofer s'occupait d'observations analogues, qui furent présentées à l'Académie royale de Munich, le 14 juin 1823, M. Brewster crut devoir interrompre son travail; il en publie aujourd'hui les résultats principaux sur l'avis que vient de lui donner M. Yelin, l'ami et le collègue de Frauenhofer, que les phénomènes dont lui, M. Brewster, s'était particulièrement occupé, avaient entièrement échappé à l'attention du physicien bavarois.

« Lorsqu'une surface métallique, plane et polie, est couverte de traits égaux et équidistans, on désignera par m la largeur de chaque trait ou de la portion de surface que ce trait a enlevée, et par n la largeur de l'espace compris entre deux traits voisins, ou de la portion de la surface primitive, qui est demeurée en place. Alors, si l'image d'une chandelle est observée par réflexion, sur une pareille surface (la trace du plan de réflexion étant parallèle aux traits), on la verra accompagnée d'autres images, qui présenteront les couleurs du prisme, et qui seront rangées à droite et à gauche de la première, sur une ligne perpendiculaire aux traits. L'image médiane est légèrement colorée; elle est due à la réflexion des portions n de la surface métallique, tandis que les autres images proviennent des portions m. On peut le démontrer, en augmentant m et diminuant n indéfiniment; car alors les images colorées acquièrent leur maximum d'intensité, tandis que l'image médiane devient extrêmement faible; et vice versâ, quand on augmente n et qu'on diminue m. La production de ces images colorées, leur distance à l'image médiane, et la dispersion de leurs couleurs ne dépendent que de $m + n$, ou du nombre des traits qui occupent une largeur donnée; et les lois de ces phénomènes ont été soigneusement déterminées par Frauenhofer.

« En examinant ces images colorées, continue M. Brewster, j'ai observé, dans quelques cas, une disparition singulière de certaines couleurs, qui variait avec l'angle d'incidence, et qui

n'affectait quelquefois qu'une seule de ces images. Cette absence de couleur se faisait remarquer quelquefois dans les systèmes de traits très-rapprochés, et d'autres fois dans les systèmes plus espacés; on ne pouvait l'attribuer à quelque cause accidentelle, vu sa symétrie de position. Dans une expérience où ce phénomène était très-marqué, je fus surpris de voir que l'image réfléchie par les portions de la surface primitive de l'acier, se trouvait fortement colorée, que sa teinte variait avec l'angle d'incidence, et qu'elle paraissait liée à l'absence de certaines couleurs dans les images prismatiques.

« Jusqu'alors j'avais employé un rayon de lumière fourni par un petit trou circulaire; mais afin d'observer sur une plus grande étendue, je me servis ensuite d'une longue fente étroite, qui me donnait un faisceau convergent de 30 ou 40 degrés. Je vis alors des phénomènes du plus haut intérêt. L'image ordinaire de l'ouverture (formée par les espaces *s*) fut coupée dans une direction perpendiculaire à sa longueur, par de larges franges colorées, dont les teintes variaient de 0 à 90 degrés d'incidence. Ceci fut observé sur plusieurs plaques ayant de 500 à 10000 traits par pouce. Dans un cas où la surface avait 1000 traits, on n'observa pas moins de quatre ordres de couleurs, savoir : blanc, sous l'incidence de 90°,00; jaune 80,30; rouge-orange 77,30; violet 76,20; limite du violet et du bleu 75,40; bleu brillant 74,30; blanchâtre 71; jaune 64,45; violet 59,45; limite du violet et du bleu 58,10; bleu 56; vert-bleuâtre 54,30; vert-jaunâtre 53,15; vert-blanchâtre 51; jaune-blanchâtre 49; jaune 47,15; jaune-violet 41; rouge-violet 36; violet-blanchâtre 31; vert 24; jaune 10; rougeâtre 0.

« Ce sont évidemment les couleurs des anneaux réfléchis par les plaques minces. En faisant varier l'azimuth de la plaque d'acier, on observait toujours les mêmes couleurs, sous les mêmes incidences; et ces couleurs n'éprouvaient aucun changement lorsqu'on variait la distance de l'ouverture ou celle des yeux de l'observateur.

« J'ai ensuite examiné différentes autres plaques qui jouissent de la même propriété; quelques-unes fournissent trois ordres de couleurs, d'autres n'en fournissent que deux, ou qu'un seul, ou même seulement une ou deux teintes du premier ordre. »

Ici M. Brewster donne l'énumération des teintes fournies par 6 plaques d'acier, ayant de 500 à 2000 traits par pouce; et par 6 autres plaques de cire, ayant de 200 à 10000 traits; il en résulte que plus il y a de surface enlevée par les traits; plus les teintes sont brillantes, et plus elles comprennent d'ordres de couleurs. Il était alors curieux de voir ce qui arriverait, quand on aurait enlevé à peu près toute la surface. On fit en conséquence 2000 traits par pouce, mais de manière à enlever à la surface presque toute sa partie polie, et l'on obtint quatre ordres de couleurs, sous des incidences plus fortes que dans l'exemple précédemment cité; car les limites de ces ordres de couleurs se trouvaient à 80°, à 69° 40′, à 48° et à 10° d'incidence.

Tels sont les phénomènes que présente l'image ordinaire, formée par la réflexion de la lumière sur les espaces *n*. Quant aux images prismatiques dans la plaque d'acier qui a 1000 traits par pouce, voici ce qu'on observait. Dans le *premier spectre*, soit à droite soit à gauche de l'image ordinaire, les rayons violets disparaissent sous une incidence de 74°, et les rayons rouges sous une incidence de 66°; les couleurs intermédiaires, bleu, vert, etc., étant détruites sous des incidences intermédiaires. Dans le *second spectre*, les rayons violets disparaissent sous une incidence de 66° 20′, et les rouges sous celle de 55° 45′. Dans le *troisième spectre*, les rayons violets sont détruits à 57° d'incidence, et les rouges à 41° 35′. Enfin, dans le *quatrième spectre*, les rayons violets n'existent plus à 48°, et les rouges à 23° 30′.

Une pareille série de lignes obscures s'observe encore à de moindres incidences, sur toutes les images prismatiques, même pour l'image ordinaire. Mais dans tous les cas, ce n'est pas une disparition totale de lumière que l'on observe, mais des minimum d'intensité lumineuse. L'analyse de ces phénomènes curieux devient très-simple, lorsqu'on les observe avec une lumière homogène. Avec la lumière rouge, on obtient une image ordinaire et 8 images prismatiques, quatre à droite et quatre à gauche de la première. Toutes ces neuf images sont formées de lumière rouge pure, qui disparaît en 15 endroits, c'est-à-dire qui présente un pareil nombre de minimum. Voici les positions exactes de ces minimum, pour les rayons extrêmes

du spectre solaire. *Rayons rouges;* premier minimum de l'image ordinaire 76°; premier minimum de la première image prismatique, soit à droite, soit à gauche, 66°; second minimum de l'image ordinaire, et premier minimum des secondes images prismatiques, 55° 45′; second minimum des premières images prismatiques, et premier minimum des troisièmes images prismatiques, 41° 35′; enfin, troisième minimum de l'image ordinaire, second minimum des secondes images prismatiques, et premier minimum des quatrièmes images prismatiques; 23° 30′. Nombres correspondans pour les *rayons violets:* 81° 30′; 74°; 66° 20′; 57°; 48°.

M. Brewster a cherché à comparer des matières solides différemment réfringentes; mais il n'est pas arrivé à des résultats satisfaisans et comparatifs. Alors il s'est borné aux plaques d'acier et de cuivre, ayant de 312 à 10000 traits par pouce, sur lesquelles il répandait successivement de l'eau, de l'alcool et de l'huile de cassia. Ces trois liquides, différemment réfrangibles, l'ont conduit à cette conséquence, que sous une même incidence, les ordres de couleurs de l'image ordinaire sont d'autant plus nombreux, et les teintes d'autant plus prononcées, qu'on diminue plus le pouvoir réfringent de la plaque rayée, c'est-à-dire que le phénomène est plus développé avec l'huile qu'avec l'alcool, et plus avec ce dernier qu'au moyen de l'eau. Quant à l'influence du pouvoir réfringent sur les teintes des images prismatiques, on trouve aussi qu'en versant sur une plaque d'acier rayée, un liquide qui en diminue le pouvoir réfringent, de l'huile, par exemple, les teintes des images prismatiques se trouvent relevées, et que ces images qui, auparavant, n'offraient point les lignes d'oblitération dont il a été ci-dessus question, les donnent maintenant d'une manière si nette et sur un spectre tellement élargi, que ce phénomène est d'une beauté vraiment remarquable.

204. Sur les phénomènes et les lois de la polarisation elliptique, due à l'action des métaux sur la lumière; par M. Brewster. (*Ibid.;* 1830, p. 287.)

1° *Action des métaux sur la lumière naturelle.* Lorsqu'on analyse, avec un rhomboïde de spath calcaire, un rayon de lumière naturelle réfléchie, sous différentes incidences, par une surface métallique, on trouve qu'une portion de ce rayon est

polarisée dans le plan de réflexion. On reconnaît encore mieux cette lumière polarisée, au moyen des anneaux colorés qu'elle fournit autour des axes des cristaux. Ces anneaux sont les plus distincts, à l'incidence d'environ 74° (comptée à partir de la normale). Voici l'ordre suivant lequel les métaux peuvent être rangés, en partant de ceux qui agissent le plus sur la lumière, pour arriver à ceux dont l'action est la plus faible : galène, plomb, cobalt gris, cobalt arsénical, pyrite de fer, antimoine, acier, zinc, miroir métallique, platine, bismuth, mercure, cuivre, étain (tin plate), laiton, étain (grain tin), or des joailliers, or fin, argent commun, argent fin. En faisant subir à un même rayon lumineux plusieurs réflexions successives sur des plaques métalliques de même nature, on trouve que le rayon se polarise de plus en plus. Ainsi, la lumière d'une bougie placée à 10 pieds de distance, est complètement polarisée par 8 réflexions successives sur l'acier, à des incidences comprises entre 60 et 80 degrés. Il faut moins de ces réflexions sur la galène, le plomb, etc, pour le polariser entièrement; mais il en faut plus avec l'argent poli, qui rend le rayon de plus en plus rouge.

2° *Action des métaux sur la lumière polarisée.* Quand un faisceau de lumière polarisée tombe sur une surface métallique polie, qui puisse tourner autour du rayon comme axe, la lumière réfléchie n'éprouve aucune nouvelle modification, si le plan d'incidence fait avec le plan de polarisation primitive, des angles de 0, de 90, de 180 ou de 270 degrés. Mais, dans tout autre azimut, le rayon réfléchi éprouve un notable changement qui s'accroît de 0 à 45 degrés, de 90 à 135, de 180 à 225, et de 270 à 315. Aux azimuts de 45, de 135, de 225 et de 315 degrés, l'effet atteint son maximum, et s'en va graduellement diminuant de 45 à 90 degrés, de 135 à 180, de 225 à 270 et de 315 à 360.

Maintenant supposons qu'une surface d'acier poli soit placée dans l'azimut de — 45 degrés, c'est-à-dire à gauche du plan de polarisation, là où l'effet de la surface atteint son maximum; et, dans cette position, varions l'incidence du rayon polarisé. Sous de grandes incidences, telles que 89, 88 et 87 degrés, le métal tournera simplement le plan de polarisation de droite à gauche, comme le ferait la surface d'un corps transparent. Il n'y a pas non plus d'autre résultat, si l'incidence reste comprise entre 0 et 40 degrés; mais au-delà, l'effet de la surface

réfléchissante s'accroît continuellement jusqu'à l'incidence de 75°, où il atteint son maximum, pour diminuer ensuite de 75 à 87 degrés. Il est facile de s'assurer que depuis l'incidence de 75° jusqu'à l'incidence o, le plan de polarisation d'une grande partie du rayon varie de + 45° à 0° qui est la position du plan de réflexion.

L'effet physique de la surface d'acier ayant son maximum à 75°, voyons quel est le caractère du rayon qu'elle réfléchit. D'abord ce rayon réfléchi n'est pas de la lumière polarisée, puisqu'elle ne s'évanouit pas pendant une révolution complète du rhomboïde. Ensuite, il n'est pas formé de lumière naturelle, puisque réfléchi de nouveau, et sous l'incidence de 75°, par une seconde surface d'acier, il redevient de la lumière polarisée dans un plan unique.

Pour découvrir la nature de ce changement, on reçoit le rayon réfléchi suivant l'axe du rhomboïde, et l'on trouve que le système d'anneaux est changé comme par une mince plaque cristalline. C'est par suite de cette expérience que l'auteur avait d'abord considéré l'effet des surfaces métalliques comme l'équivalent de celui des plaques de cristaux; et lorsqu'il eut trouvé que les réflexions successives développaient les couleurs des anneaux et les rendaient plus pures, M. Brewster n'avait plus hésité à généraliser cette conclusion, qui fut aussi admise par M. Biot.

Pour en démontrer l'erreur, M. Brewster suppose maintenant qu'un rayon polarisé dans l'azimut de 45°, soit réfléchi deux fois de suite par des surfaces d'acier parallèles, sous l'incidence de 75°. Dans ce cas l'effet de la seconde surface, s'il équivalait à celui d'une plaque cristalline, serait de doubler la teinte produite par la première surface. Mais cette seconde surface polarise complètement la lumière dans un seul plan, au lieu de la diviser en deux faisceaux polarisés dans des plans rectangulaires. M. Biot a cru résoudre cette difficulté en considérant la teinte produite par deux réflexions, comme le blanc du premier ordre; mais s'il eut examiné la lumière réfléchie 4, 6 ou 8 fois à 75°, il l'eût trouvée entièrement polarisée, résultat contraire à celui auquel on arriverait dans l'hypothèse où l'ordre des teintes croîtrait avec le nombre des réflexions; car il est positif

que ces réflexions n'élèvent tout au plus les teintes que d'un quart de ton.

Puisque la lumière polarisée dans l'azimut de 45°, et réfléchie sous l'incidence de la polarisation complète, n'est ni de la lumière naturelle, ni de la lumière polarisée, ni semblable à la lumière qui a traversé de minces plaques cristallines, il ne restait plus qu'à la comparer à la lumière polarisée circulairement. D'après Fresnel, un rayon polarisé à + 45° d'azimut, subit la polarisation circulaire, après deux réflexions totales sur le verre et sous l'incidence de 54° ½; ensuite de quoi il revient à l'état de lumière polarisée à — 45° du plan de réflexion, s'il éprouve deux nouvelles réflexions sous la même incidence; quel que soit d'ailleurs l'azimut du second plan de réflexion relativement au premier. M. Brewster se propose de montrer qu'un rayon polarisé à + 45°, et réfléchi une fois sous l'angle de polarisation complète, par les métaux purs ou à l'état de minerai, a subi une polarisation analogue, inconnue jusqu'à présent, intermédiaire entre la polarisation circulaire et la polarisation rectiligne.

Soit, en effet, un rayon polarisé à + 45°, réfléchi sous l'incidence de 75° par une surface d'acier; et soit une seconde surface de même nature, qui puisse tourner autour du rayon réfléchi. Cette seconde surface étant placée aux azimuts de 45 degrés, de 135, de 225 et de 315, relativement au plan primitif de polarisation, ou, en d'autres termes, dans des positions telles que les deux plans de réflexion coïncident entr'eux ou soient rectangulaires; le rayon réfléchi sera de nouveau à l'état de polarisation, si la seconde incidence est aussi de 75°. Mais dans les azimuts de 0 et de 180 degrés, ce retour n'aura lieu que sous l'incidence de 80°; dans les azimuts de 90 et 270 degrés, le même retour aura lieu sous l'incidence de 70°; et, dans des azimuts intermédiaires, cet effet aura lieu sous des incidences aussi intermédiaires. Ainsi le rayon réfléchi par l'acier, bien qu'il possède les propriétés générales d'une lumière polarisée circulairement, en diffère néanmoins en ce qu'il requiert divers angles d'incidence en des azimuts différens, pour retourner à l'état de lumière polarisée.

Dans la polarisation circulaire, le rayon lumineux jouit de la même propriété sur toutes ses faces, et les angles de réflexion

auxquels il est ramené à l'état de lumière polarisée, sont tous égaux entr'eux, quel que soit l'azimut, comme le seraient les rayons d'un même cercle tracé autour du faisceau lumineux. Ainsi, sans aucune idée de théorie, l'expression de polarisation circulaire était parfaitement appropriée au sujet. De même, sans se reporter à l'idée théorique de vibrations elliptiques engendrées par l'interférence de deux vibrations rectilignes d'inégales amplitudes, M. Brewster a pu donner au fait dont il s'occupe la dénomination de polarisation elliptique, puisque les angles de réflexion auxquels cette nouvelle espèce de lumière redevient polarisée, peuvent être représentés par les rayons d'une ellipse.

Dans la polarisation circulaire, le rayon régénéré a son plan de polarisation toujours incliné de — 45° sur le plan de la seconde réflexion. Dans la polarisation elliptique, cette inclinaison est, il est vrai, négative, mais toujours moindre que 45°, comme on le voit par le tableau suivant :

MÉTAUX.	AZIMUT de RÉGÉNÉRATION.	MÉTAUX.	AZIMUT de RÉGÉNÉRATION.
Verre	45° 0'	Bismuth	21° 0'
Argent pur	30 48	Miroir métallique	21 0
Argent commun	36 0	Zinc	19 10
Or fin	35 0	Acier	17 0
Or des joailliers	33 0	Pyrite de fer	14 0?
Étain (grain tin)	33 0	Antimoine	16 15?
Laiton	32 0	Cobalt arsénical	13 0
Étain (tin plate)	31 0	Cobalt	12 30
Cuivre	29 0	Plomb	11 0
Mercure	26 0	Galène	2 0
Platine	22 0	Fer spéculaire	0 0

Cet ordre est, comme on voit, inverse de celui suivant lequel les mêmes corps polarisent le plus de lumière dans le plan de réflexion. Dans ces expériences le rayon primitif était polarisé à + 45° du plan de réflexion; mais lorsque cet azimut diminue, le plan de polarisation du rayon régénéré se rapproche du plan de réflexion et coïncide avec lui quand l'azimut est réduit à 0°. Si, au contraire, l'azimut augmente, le plan de polarisation du rayon régénéré s'éloigne du plan de réflexion; ensorte que les deux premiers plans font un angle de 180° quand le plan azimutal primitif marque 90°.

Si l'on appelle x l'azimut du plan primitif de polarisation, relativement au plan de réflexion; φ l'azimut du plan de polarisation du rayon régénéré; et θ la valeur de φ pour $x = 45°$, on a la relation empirique.

$$\text{tang. } \varphi = \text{tang. } \theta \text{ tang. } x,$$

en sorte que le changement total du plan de polarisation en azimut, étant désigné par R, on a $R = x + \varphi$. Ces formules ont été vérifiées par l'auteur pour une plaque d'argent pur.

Puisque la lumière polarisée dans l'azimut $+ 45°$, arrive à un état de polarisation elliptique par une réflexion sur l'acier à 75° d'incidence, et redevient lumière polarisée dans l'azimut $- 17°$ par une seconde réflexion à 75°, il est évident qu'une troisième réflexion à 75° ramènera cette lumière dans un nouvel état de polarisation elliptique, qu'une quatrième réflexion changera en polarisation ordinaire dans un azimut moindre que 17° et donné par la formule précédente, et ainsi de suite; en sorte qu'en très-peu d'alternatives, toute la lumière est ramenée à l'état de polarisation ordinaire dans le plan de réflexion. Dans la polarisation circulaire, l'azimut φ est toujours $\mp 45°$, même après cinquante réflexions successives, comme l'auteur s'en est assuré directement. Au bout de n régénérations successives, il est aisé de voir que l'angle final φ, est donné par la formule $\text{tang } \varphi = \text{tang}^n x$.

Si maintenant on considère la lumière naturelle comme formée de deux faisceaux de lumière polarisée dans des plans rectangulaires, dont les azimuts, à droite et à gauche du plan de réflexion, sont de 45°, en faisant réfléchir cette lumière par une surface d'acier, sous l'incidence de 75°, on aura après deux réflexions un faisceau qui pourra être considéré comme formé de deux faisceaux polarisés dans des azimuts de $- 17°$ et $+ 17°$; après une 3e et une 4e réflexions, ces azimuts seront $\pm 5° 22'$; après les 5e et 6e réflexions, $\mp 1° 38'$; après les 7e et 8e réflexions, $\pm 0° 30'$. Ainsi après 8 réflexions successives, la lumière naturelle sera à très-peu près complètement polarisée par des surfaces d'acier. Mais, d'après l'effet produit par l'argent, on trouve qu'il faudrait 36 réflexions successives sur ce métal pour que les deux faisceaux de la lumière naturelle puissent être ramenés dans des azimuts de 47′. Voilà pourquoi les réflexions par les surfaces d'argent ne semblent pas polari-

ser la lumière naturelle; tandis que cet effet est rapidement produit par des surfaces d'acier.

Quant à la quantité de lumière qui semble polarisée par deux réflexions de la lumière naturelle, sur l'argent par exemple, il suffit de remarquer que le changement azimutal de $45°$ à $17°$, revient à celui que la lumière naturelle éprouve par une réflexion sur le verre à l'incidence de $45°$ ou $68°$. On pourra donc se servir ici de la formule $Q = 1 - 2\sin^2\varphi$ donnée à la page 266 du *Bull.* précédent, pour calculer la quantité de lumière polarisée par l'acier; comme on a $\varphi = 17°$, il vient $Q = 0{,}829$, pour cette quantité de lumière polarisée, relativement au faisceau total réfléchi et pris pour unité.

Jusqu'ici nous avons considéré la polarisation elliptique comme ayant lieu sous l'incidence du maximum de polarisation. Dans le cas où l'on considérerait d'autres incidences, plus grandes ou plus petites, il faudrait recourir à la formule

$$tang.\ \varphi = \frac{cos.\,(i + i')}{cos.\,(i - i')},$$

déjà établie au *Bulletin* précédent, p. 266, pour connaître l'azimut φ du nouveau plan de polarisation. Si l'on cherche ensuite quelles incidences on doit donner au rayon de lumière polarisée, pour que deux plaques d'acier parallèles ramènent cette lumière à son état de polarisation ordinaire, après un nombre entier de réflexions, on obtient les résultats suivans :

ANGLES D'INCIDENCE		NOMBRES DE RÉFLEXIONS auxquels LE RAYON EST AMENÉ A L'ÉTAT DE POLARISATION	
observés.	calculés.	rectiligne.	elliptique.
86° 0'	85° 45'	6, 12, 18, etc.	3, 9, 15 etc.
84 0	84 38	5, 10, 15, etc.	$2\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{2}$, $12\frac{1}{2}$ etc.
82 20	83 30	4, 8, 12, etc.	2, 6, 10 etc.
79 0	79 39	3, 6, 9, etc.	$1\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{2}$ etc.
75 0	75 00	2, 4, 6, etc.	1, 3, 5 etc.
67 40	68 53	3, 6, 9, etc.	$1\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{2}$ etc.
60 20	60 02	4, 8, 12, etc.	2, 6, 10 etc.
56 25	56 05	5, 10, 15, etc.	$2\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{2}$, $12\frac{1}{2}$ etc.
52 20	51 24	6, 12, 18, etc.	3, 9, 12 etc.

On voit ainsi qu'il y a deux angles, l'un au-dessus, l'autre au-dessous de l'angle de polarisation maximum $75°$, qui régénè-

rent la lumière polarisée après le même nombre de réflexions, et pour lesquels, par conséquent, φ acquiert la même valeur. Quand les nombres de réflexions sont pairs, la polarisation elliptique a lieu pour les nombres impairs de réflexions, équidistans des nombres pairs. Mais si la lumière est régénérée après des nombres impairs de réflexions, elle se trouve elliptiquement polarisée après un nombre entier de réflexions augmenté d'une demi-réflexion; en d'autres termes, cet état elliptique se produit et disparaît dans l'acte même d'une réflexion, ou, si l'on pouvait s'exprimer ainsi, la polarisation elliptique est consommée, quand le rayon lumineux est parvenu à la plus grande profondeur dans la surface réfléchissante, et ce rayon commence à se régénérer dès qu'il tend à sortir de cette surface.

La différence angulaire P de deux incidences, pour lesquelles l'effet de polarisation elliptique est le même, est donnée par la formule $P = 90^\circ - 2\varphi$. Pour l'acier, on a de plus l'indice suivant de réfraction $\frac{\sin i}{\sin i'} = 3,732$. Ces formules et cette valeur donnent le moyen de calculer l'azimut φ du plan de polarisation par rapport au plan de réflexion, et les nombres du tableau précédent.

Si, au lieu de faire subir au rayon une suite de réflexions sous la même incidence, on le fait se réfléchir, d'abord sous une incidence supérieure à 75°, puis sous une incidence inférieure à 75°, incidences pour lesquelles les effets de polarisation elliptique soient les mêmes, au lieu de s'ajouter, ces effets s'entredétruiront, et la lumière en sortira dans son état ordinaire de polarisation.

Dans tout ce qui précède on a supposé que les deux plans de réflexions successives coïncidaient entr'eux, auquel cas le rayon est polarisé elliptiquement, puis régénéré sous des incidences de 75°. Mais si l'on varie l'azimut du second plan de réflexion, par rapport au premier, ces deux effets, pour l'acier, auront lieu sous d'autres incidences, comme il suit :

AZIMUTS DU 2e PLAN DE RÉFLEXION.	ANGLES de RÉGÉNÉRATION.	COMPLÉMENS DE CES ANGLES	
		observés.	calculés.
0° et 180°	75°	15°	14°,9
22,5 202,5	77	13	12,7
45 225	78	12	12
67,5 247,5	77 ¾	12 ¼	12,7
90 270	75	15	14,9
112,5 292,5	70	20	19
135 315	68	22	22
157,5 337,5	70	20	19
180 360	75	15	14,9

En prenant les azimuts pour les angles des coordonnées polaires, et les complémens des angles de régénération pour les rayons vecteurs, on trouve que les observations de ce tableau peuvent être représentées par une ellipse, dont le demi-petit axe 12 correspond à l'azimut de 45°, et le demi-grand axe 22 à l'azimut de 135°.

L'ellipse se rapproche de plus en plus du cercle à mesure que le métal en expérience se rapproche plus du commencement de la série indiquée au tableau de la page 341. Car, en appelant β l'azimut de régénération après deux réflexions, a le demi-grand axe et b le demi-petit axe de l'ellipse, on a la proportion

$$a : b :: \sin 2\beta : 1 ;$$

et, comme pour l'argent on a $\beta = 39^\circ\ 48'$, le rapport des deux axes est celui de 1 à 0,9835.

Il était ensuite curieux de rechercher la forme et la position de l'ellipse, pour des angles d'incidence plus grands ou plus petits que celui du maximum de polarisation. Voici les résultats que l'on obtient avec l'acier, sous des incidences de 80° et 68°, en comptant toujours l'*azimut* du 2e plan de réflexion par rapport au premier plan de réflexion, soit à droite, soit à gauche, et n'inscrivant que les *complémens* de l'angle de régénération par le second plan réflecteur :

Azimuts.	Incidence de 80°.		Incidence de 68°.	
	Complémens		Complémens	
	à droite.	à gauche.	à droite.	à gauche.
0°	23°	23°	11°	11°
11 ¼	25	10	24	10
22 ½	26	16 ½	24 ½	9
33 ¾	24	13	25 ½	9 ¾
45	20 ½	11 ½	26 ½	11 ½
56 ¼	18	10	25 ½	15
67 ½	15 ½	9 ½	20	18
78 ¾	11	9 ¾	21	20
90	10	10	22	22

De tout ce qui précède il résulte que l'ellipse peut être caractérisée de la manière suivante:

Incidence.	Rapport des axes.	Caractères de l'ellipse.	Position du grand axe.
0°	0 : 90	ligne droite.	azimut 90° et 270°
68	9 : 26	ellipse.....	— de 45 à 56 droite.
75	12 : 22	ellipse.....	— à 45 droite.
80	9 ½ : 26	ellipse.....	— à 22 ½ droite.
90	0 : 90	ligne droite.	— à 0

On trouve que la position du grand axe est dans un azimut donné par la formule $45^\circ \mp \varphi$. Si l'angle d'incidence sur le premier plan est x, le rayon de l'ellipse dans les azimuts de 90° et 270° est toujours $90^\circ - x$, et le rayon dans les azimuts de 0° et 180° est le complément de l'angle d'incidence auquel φ a la même valeur que x : ce qui détermine complètement l'ellipse, de forme et de position.

Ce qui précède suppose que le plan de polarisation du rayon

primitif est à 45° à droite du premier plan de réflexion. Lorsqu'on en change la position, le rayon régénéré n'éprouve aucun changement dans les azimuts de 0°, 90°, 180° et 270°; mais, dans tous les autres azimuts du second plan de réflexion, les angles de régénération diminuent, tandis que le plan primitif de polarisation varie de 45° à 0°, et ces angles augmentent quand ce dernier plan passe de 45° à 90°.

Quand on emploie deux surfaces réfléchissantes de natures diverses, comme de l'acier et de l'argent, l'azimut du second plan de réflexion par rapport au premier, et dans le cas de régénération du rayon, est une moyenne arithmétique entre les azimuts que donneraient les deux métaux pris séparément.

Quand à la polarisation circulaire précédemment connue, l'auteur trouve que ce phénomène, dû à une ou plusieurs réflexions sur le verre, peut toujours se transformer en polarisation rectiligne par une ou plusieurs réflexions sur des métaux, pourvu que ceux-ci soient placés sous des incidences inférieures à l'angle du maximum de polarisation, si d'ailleurs les plans de réflexion sont les mêmes pour le verre et les métaux.

Lorsque l'on combine une réflexion sur l'acier avec deux réflexions totales sur le verre à 54° $\frac{1}{2}$, l'azimut du plan de la lumière restaurée est d'environ 30° $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire moyenne arithmétique entre l'azimut de 45° pour le verre, et de 17° pour l'acier.

Si l'on fait varier l'azimut d'un plan métallique réflecteur qui reçoit un rayon circulairement polarisé, on trouve que dans l'azimut de 90°, la polarisation circulaire est compensée par une réflexion sur un métal, à une incidence plus grande que 80°. Quand l'azimut marche vers 0°, l'angle de compensation diminue, passe par la valeur de 75° pour l'acier, et cette diminution est fonction de l'incidence à laquelle se fait la réflexion totale. On peut donc étudier les phénomènes de la polarisation circulaire au moyen de métaux, et obtenir des résultats qu'il serait peut-être impossible d'atteindre par d'autres voies. Mais ce sujet mérite d'être traité d'une manière spéciale.

(Dans un article suivant nous analyserons la 3e section du mémoire de l'auteur, relative aux couleurs complémentaires.) S.

205. **Sur un nouveau pyromètre**, destiné à mesurer les dilatations des solides et les températures les plus élevées en degrés des thermomètres ordinaires; par M. Daniell. (*Ibid.* pag. 257.)

Le pyromètre que propose M. Daniell est formé de deux parties principales, d'un *registre* et d'une *échelle.* La première est une barre d'argile couleur de plombagine, (black-lead earthenware), de 8 pouces de longueur, sur $\frac{7}{10}$ de largeur et d'épaisseur, détachée d'un creuset ordinaire. On y creuse un trou de $\frac{3}{10}$ de pouce de diamètre et de 7 $\frac{1}{2}$ pouces de profondeur. A la partie ouverte, et sur l'une des faces seulement, on fait une entaille d'environ $\frac{6}{10}$ de pouce de profondeur, sur une largeur égale à la moitié du diamètre du trou. Lorsqu'on a introduit, dans ce trou, une tige métallique longue de 6 $\frac{1}{2}$ pouces, on le ferme avec une pièce cylindrique de porcelaine, d'environ 1 $\frac{1}{2}$ pouce de longueur, nommée *index.* Celui-ci repose sur la tige métallique, et se trouve affermi par un collier ou fil de platine, qui enveloppe la barre d'argile, en pressant sur celle-ci, au moyen d'un petit morceau de porcelaine interposé. Si, maintenant, on expose le tout à une forte chaleur, la tige métallique soulevera l'index, en vertu de l'excès de sa dilatation sur celle de son étui alumineux.

Pour mesurer la marche de l'index, on emploie une *échelle* faite de la manière suivante. On visse une règle de laiton sur une autre règle de même métal, de telle manière que l'une déborde l'autre sur son côté, et puisse glisser sur sa longueur. A la plus grande de ces règles est fixé invariablement, et dans une position rectangulaire, un arrêt métallique, disposé de telle manière que cet arrêt vienne s'appuyer sur l'échancrure du *registre*, en même temps que ce dernier s'applique dans l'angle des deux règles. En d'autres termes, on dispose un repaire au registre. A l'extrémité supérieure de la grande règle de ce repaire, se trouve fixé un compas de proportion, dont les grandes branches sont dix fois plus longues que les petites, et portent, la première un arc gradué, et la seconde, un vernier qui parcourt cet arc. Il est inutile de donner ici une plus ample description de ce compas, qui n'offre d'ailleurs rien de particulier. Il suffit d'ajouter qu'une pointe d'acier, mise à l'extrémité de la

petite branche mobile du compas, et perpendiculairement à cette branche, vient s'introduire dans un petit trou pratiqué au centre da la base supérieure du bouchon de porcelaine. Le compas entier peut s'élever ou s'abaisser à volonté, en faisant glisser l'une sur l'autre les règles qui servent de repaire au *registre*. De plus le compas jouit d'un autre genre de mouvement plus faible, au moyen duquel on peut amener la pointe d'acier exactement dans son repaire. Cela fait, on note la position du zéro du vernier, avant que le registre n'ait été soumis à l'action de la chaleur; on note la position de ce zéro après que cette action a eu lieu, et la différence des deux positions du zéro, divisée par dix, donne le mouvement du bouchon de porcelaine, et par suite l'excès de dilatation de la tige métallique sur celle de son étui argileux. Mais l'auteur, au lieu de regarder les dilatations comme proportionnelles aux arcs du compas, recourt aux sinus de ces arcs, en sorte qu'un degré, par exemple, correspond à une dilatation de 0, 00872 pouce anglais.

L'auteur, pour essayer son pyromètre, employa d'abord deux tiges carrées de platine et de fer, ayant chacune 6, 5 pouces de longueur, sur un cinquième de pouce de côté. Il les mit tour-à-tour dans l'étui, et plaça l'appareil dans un alambic formé d'un tube de fer, contenant du mercure, et recouvert d'un autre tube recourbé, pour le dégagement de la vapeur mercurielle. On portait ensuite le mercure à l'ébullition; la colonne de ce liquide avait la moitié de la longueur du registre, et ce dernier y plongeait plus ou moins, ou même était amené tout-a-fait en dehors dans la vapeur, et solidement fixé. Après une ébullition plus ou moins prolongée, on retirait le registre et l'on mesurait la dilatation du métal. Voici d'abord les résultats obtenus avec le *platine*, à une température ambiante de 64° F.

Position du régistre.	Durée de l'ébullition.	Dilatation en arc.	Dilatation en pouce.
Plongé à moitié.........	20 minutes.	1° 17′	0,01119
id. alambic découvert.	15 minutes.	1 23	0,01406
Dans la vapeur.........	....	1 16	0,01105
id.	....	1 23	0,01206
id.	20 minutes.	1 20	0,01163
id.	10 minutes.	1 23	0,01206
	moyenne.	1° 20′	0,01163

Dans le cas où le régistre était placé au-dessus du mercure, et chauffé par la simple vapeur, l'alambic était recouvert de son tube coudé. Quant aux expériences suivantes, faites avec la tige de *fer*, les deux premières l'ont été en plongeant le régistre dans le mercure, et les trois dernières en ne l'exposant qu'à la vapeur.

	Dilatation du fer en arc.	Dilatation du fer en pouce.
	2° 13′	0,01933
	2 33	0,02224
	2 10	0,01890
	2 23	0,02079
	2 20	0,02036
moyennes..	2° 20′	0,02036

Maintenant si l'on part des expériencecs de MM. Dulong et Petit, on trouve que de 64° F. à 660°, point d'ébullition du mercure, la dilatation absolue du platine et du fer a été dans ces deux séries d'expériences :

	Platine		Fer
Dilatation absolue du platine..........	0,01947	, du fer...........	0,02914
Dilatation apparente du platine........	0,01163	, du fer...........	0,02036
Dilatation du régistre................	0,00784	....	0,00878

La dilatation moyenne et absolue de 6, 5 pouces d'argile serait donc de 0, 00831 pouce. L'erreur de chacun des résultats, comparé à la moyenne, est donc seulement de $\frac{47}{630000} = \frac{1}{13614}$ de la longueur totale.

M. Daniell a répété ensuite ses expériences sur différens métaux, portés de 60° F. à 212°, point d'ébullition de l'eau. Ces métaux ayant tous la même longueur de 6, 5 pouce, voici les résultats obtenus et comparés avec les dilatations absolues, déduites d'anciennes expériences.

MÉTAL.	DILATATION absolue.	DILATATION apparente.	DILATATION de l'argile.	ERREUR sur la moyenne.
Platine	0,00478	0,00276	0,00202	—0,00032
Fer	0,00640	0,00508	0,00132	—0,00102
Cuivre	0,00930	0,00683	0,00247	+0,00013
Étain	0,01177	0,00814	0,00363	+0,00129
Zinc	0,01593	0,01454	0,00139	—0,00095
Plomb	0,01542	0,01223	0,00319	+0,00085
Laiton	0,01045	0,00799	0,00246	+0,00012
Or	0,00794	0,00552	0,00242	+0,00008
Argent	0,01034	0,00814	0,00220	—0,00014
		moyen.	0,00234	

Les dilatations absolues ont été calculées sur les expériences de MM. Dulong et Petit, pour le platine, le fer et le cuivre; de Lavoisier et Laplace, pour l'étain, le plomb, l'or et l'argent; enfin de Smeaton, pour le zinc et le laiton. L'erreur la plus forte est, comme on voit, sur l'étain. Si l'on déduisait la dilatation de l'argile des observations précédentes faites jusqu'au point d'ébullition du mercure, on trouverait pour résultat 0, 00209 au lieu de la moyenne ci-desus 0, 00234.

Après avoir expérimenté avec le précédent registre, désigné par A, M. Daniell a employé un autre registre désigné par B, et fait d'une argile plus fine; les dilatations apparentes des tiges de platine et de fer, portés à l'ébullition du mercure, ont été pour le premier métal 0,01526, et pour le second 0,02457; d'où 0,00421 et 0,00439 pour les dilatations de cette nouvelle argile. On voit qu'elle est beaucoup moindre que celle d'une argile plus grossière. Alors, notre auteur a répété ses expérien-

ces sur les dilatations de divers métaux, portés de 60° F. à 212°, en employant son nouveau registre. Il a trouvé pour la dilatation de l'argile, déduite du platine 0,00159, déduite du fer 0,00074, du cuivre 0,00145, du laiton 0,00188, de l'or 0,00199, et de l'argent 0,00191; dilatation moyenne de l'argile fine 0,00159. Ces nombres, excepté pour le fer, sont sensiblement proportionnels aux précédens.

Passant à la détermination du point de fusion des métaux, M. Daniell a placé la tige de platine dans le registre B, puis il a plongé les deux tiers de ce registre dans du cuivre en fusion. La température primitive était d'environ 65°. Après l'expérience, il y eut une dilatation apparente de 0,0508 pouce.

Un autre registre, désigné par II, fut muni de la tige de platine, et plongé, aux deux tiers, dans de l'or fondu. La température primitive était d'environ 65°; la dilatation apparente fut de 0,0537.

Un autre registre, désigné par III, fut muni d'une tige de fer, et plongé, aux deux tiers, dans de l'or fondu; la dilatation apparente fut de 0,0787.

Le registre II, porté de 65° F. à l'ébullition du mercure, indiqua une dilatation apparente du platine, égale à 0,0159. Le registre III, essayé de même, indiqua une dilatation apparente du fer, égale a 0,0229.

Un nouveau registre se fendit dans l'argent en fusion. Deux registres, désignés par IV et V, furent portés de 65° F. à l'ébullition du mercure, et donnèrent une même dilatation apparente de la tige de platine, égale à 0,0116. Le registre IV, avec la tige de platine, fut ensuite plongé dans l'argent fondu; la dilatation apparente fut de 0,0363. Le registre V fut placé, avec le cylindre de fer, dans l'argent fondu, et la dilatation apparente fut de 0,0645.

Un régistre, marqué I, fut mis avec la tige de platine, dans le fer fondu. La dilatation apparente fut de 0,0546. Un peu après qu'on eut retiré le registre, la masse ferrugineuse se solidifia; preuve qu'on était au vrai point de fusion. Ce registre porté ensuite à l'ébullition du mercure, indiqua une dilatation apparente du platine, égale à 0,0116.

Le registre A, muni du cylindre de fer, fut plongé dans le zinc en fusion: la dilatation apparente fut de 0,0239. Le re-

gistre B, muni de la tige de fer, fut aussi plongé dans le zinc chauffé jusqu'à l'instant où le métal prit feu ; on obtint une dilatation apparente de o, o358.

Il faut savoir que pour déterminer le vrai point de fusion des métaux, on faisait en sorte qu'il y eût toujours une petite portion de métal solide nageant dans le reste en fusion; car alors la température est à peu près invariable, comme il arrive pour l'eau dans laquelle se trouve des morceaux de glace. De plus on maintenait le registre dans le métal fondu, durant un temps assez considérable, comme de 10 à 15 minutes. En admettant 662° F. (ou 350° centigrades) pour la température du mercure bouillant, d'après l'indication du thermomètre à air, et 62° F. pour la moyenne des températures auxquelles les expériences précédentes ont été faites, on aura 600° F. pour la chaleur que subissaient les registres dans le mercure bouillant. Puis en prenant les températures proportionnelles aux dilatations apparentes, on obtiendra les températures suivantes du point de fusion des métaux :

Cuivre (pyromètre de platine).	2005°+65°=2070° F.	=1132° C.
Or (pyromètre de platine)....	2026+65=2091	=1144
Or (pyromètre de fer)........	2061+65=2126	=1163
Argent (pyromètre de platine).	1877+65=1942	=1061
Argent (pyromètre de fer)....	1906+65=1971	=1077
Fer (pyromètre de platine)...	2824+65=2889	=1587
Zinc (pyromètre de fer)......	708+65= 773	= 412
Zinc enflammé (id.).........	876+65= 941	= 505

On voit que le pyromètre de fer donne des résultats un peu plus forts que celui de platine; ce qui doit être en effet, puisque d'après MM. Dulong et Petit, le coefficient de la dilatation du fer croît plus rapidement que celui de la dilatation du platine.

M. Daniell a voulu voir quel serait le maximum de la chaleur que l'on peut produire dans l'excellent fourneau à air de l'Institution royale de Londres. Il mit un bon cylindre de platine d'un quart de pouce de diamètre, dans le registre I. Ce registre fut ensuite placé dans un creuset dont le fond était recouvert d'une couche de poudre de charbon, pour prévenir l'adhérence; on y mit encore quelques morceaux de fer, pour estimer la tem-

pérature par la fusion de ce métal. Après quelques essais infructueux, on obtint un bon résultat, et le platine indiqua une expansion de 0,0645 qui correspond à la température de 3336° F., laquelle ajoutée à 65° température primitive, donne 3401° pour la température maximum cherchée. Il est vrai que le platine devient alors aigre, et peut même être pulvérisé, quand il a subi deux ou trois fois l'effet de cette haute température. Malheureusement l'auteur a toujours mis des morceaux de fer dans le creuset qui renfermait le registre et la tige de platine, et il paraît avoir ignoré que cette propriété de devenir cassant est communiquée au platine par la seule présence du fer, ce que n'ignorent pas les ouvriers qui travaillent le platine. Conséquemment on peut considérer comme nul le résultat obtenu par l'auteur.

Pour ramener les températures de la fusion des métaux aux indications du thermomètre à air. Comme les dilatations du platine croissent plus rapidement que les degrés de ce thermomètre, et que l'erreur est de 11°,6 centigrades, en passant de 0° à 300° centigrades, d'après les expériences de MM. Dulong et Petit, on trouvera les résultats suivans :

Point de fusion de l'argent............	1873 F.	= 1023 C.
Point de fusion du cuivre..............	1996	= 1091
Point de fusion de l'or................	2016	= 1002
Point de fusion du fer.................	2786	= 1530
Température extrême du platine........	3280	= 1804

Il est très-remarquable que M. Prinsep soit arrivé par sa méthode (*Bullet*; tom. X, n° 203) à une valeur à peu près égale pour la temperature de la fusion de l'argent, savoir à 1830° F., dont la différence, avec le nombre de M. Daniell, n'est que de 43° F.

Dans un mémoire subséquent, l'auteur fera connaître son travail sur la dilatation des métaux. S.

206. Note sur la sensibilité de l'organe de l'ouie; par M. Savart. (*Annal. de Chim. et de Physiq.;* Tom. XLIV, pag. 337.)

Plusieurs physiciens ont cherché à déterminer les limites au-delà desquelles les sons, tant aigus que graves, cessent d'être perceptibles pour l'oreille humaine. On est assez généralement

d'accord pour fixe la limite des sons graves autour de 30 oscillations par seconde. Quant à la limite des sons aigus, Chladni admet que l'on puisse encore percevoir des sons qui résultent de 12000 oscillations par seconde; M. Biot réduit ce nombre à 8192; M. Wollaston le porte de 18000 à 21000. Cependant M. Savart, en faisant vibrer des cylindres de verre, a rendu perceptibles des sons de 31000 vibrations par seconde; il est même arrivé à percevoir des sons résultant de 33000 vibrations. Avec des verges d'acier, il a perçu des sons de 30000 à 32000 vibrations. Avec des tuyaux, il n'a pu s'élever au-delà de 20000 oscillations.

Pour savoir si l'oreille ne perçoit plus les sons au-delà cette limite supérieure, en vertu de la nature même de cet organe ou si cette difficulté provient du peu d'intensité des vibrations' M. Savart a employé une roue animée d'un mouvement de rotation plus ou moins rapide, et dont la circonférence est armée d'un nombre convenable de dents qui viennent successivement frapper contre un corps mince, comme une carte ou une lame de bois léger, taillée en biseau, et reposant sur un support fixe. Comme, dans cette disposition, on peut augmenter à volonté la netteté des chocs en augmentant le diamètre de la roue, le nombre des dents restant le même, on peut, au moyen de roues convenablement disposées, produire les sons les plus élevés, sans diminuer l'intensité du son.

Les premières expériences ont été faites sur une roue de laiton de 24 centimètres de diamètre, dont la circonférence portait 360 dents; les sons étaient distincts jusqu'à 6 ou 8 mille oscillations simples par seconde. Avec une seconde roue en laiton, de 48 centimètres de diamètre et portant 400 dents, les sons étaient nets jusqu'à 10000 chocs ou 20000 oscillations simples; on cessait de les apprécier à 24 ou 30 mille oscillations. Une troisième roue de laiton, de 82 centimètres de diamètre, ayant 720 dents, donnait encore des sons perceptibles à 48000 oscillations.

Il semble donc que si l'on continuait à augmenter le diamètre de la roue dentée, et la vitesse de rotation sans changer le nombre des dents, on pourrait produire des sons qui seraient encore perceptibles, quoique résultant d'un nombre de chocs beaucoup plus grand que 24000 par seconde.

Supposons ensuite une roue dentée qui fasse un tour par seconde; qu'après avoir noté le son qui en résulte, on retranche toutes les dents d'une demi circonférence, il est clair que le son devra rester le même; seulement il sera suivi d'un silence d'une demi-seconde, si l'impression faite sur l'oreille ne persistait pas après que la cause qui l'a produite a cessé d'agir. L'expérience prouve, en effet, qu'en retranchant un nombre plus ou moins considérable de dents, on obtient en général un son intermittent, mais qui occupe le même degré de l'échelle musicale que quand toutes les dents sont en place. On trouve enfin que quel que soit le nombre de ces dents et la vitesse de rotation de la roue, on peut les enlever toutes jusqu'à ce qu'il n'en reste plus que deux; et que le son, jusqu'à cette limite, jouit exactement des mêmes propriétés.

Il résulte de là, 1° que deux chocs ou battemens successifs suffisent pour constituer un son comparable, et que, par conséquent, il faut quatre vibrations simples pour donner le même résultat; 2° que l'intervalle de temps qui s'écoule entre les deux chocs détermine le degré d'acuité du son : ainsi, par exemple, deux chocs qui se produisent à un intervalle double donnent l'octave grave; à un intervalle trois fois moindre, la quinte aiguë de l'octave, et ainsi de suite; 3° enfin, que le temps pendant lequel un son doit durer pour être perçu, dépend uniquement de l'intervalle qui existe entre deux des battemens périodiques qui le constituent. L'auteur reviendra sur ce sujet dans un mémoire qu'il communiquera à l'Académie des sciences.

207. Mémoire sur la théorie chimique des électromoteurs voltaïques simples et composés; par M. Marianini. (*Ibid;* Tom. XLV, p. 28 et 113.)

Ce mémoire est divisé en deux parties. Dans la première, l'auteur s'occupe de quelques circonstances qui altèrent la faculté électromotrice relative des métaux, et dans la seconde, il démontre l'insuffisance de la théorie électrochimique pour expliquer les phénomènes des électromoteurs voltaïques.

PREMIÈRE PARTIE.

1re *section — Influence exercée par les courans électriques dans l'altération de la faculté électromotrice relative des métaux.* — Par faculté électromotrice relative, l'auteur entend l'apti-

tude qu'ont les métaux à engendrer une électricité positive ou négative quand ils sont réunis en couples, et cette faculté est dite plus grande dans celui des deux corps accouplés qui s'électrise négativement, que dans l'autre.

Deux lames d'argent plongées dans deux vases pleins d'alcool et communiquant par leurs bouts non immergés, deviennent hétérogènes, lorsqu'on a plongé dans l'un des vases une lamelle de plomb, et dans l'autre vase une lamelle de cuivre. Car en retirant les lames d'argent, les attachant aux pôles d'un galvanomètre et les plongeant dans une eau saline, elles produisent un courant électrique.

Pour répondre à une expérience de M. de la Rive (*Bulletin*, Tom. VIII, n° 157), l'auteur soumet un fil d'argent d'un millimètre de diamètre, courbé en arc, à l'action alternative de deux électromoteurs à tasses de 100 couples, pendant une heure; puis faisant plonger une extrémité du petit arc dans la tasse des pôles positifs, et l'autre dans celle des pôles négatifs, on obtient une tension de 5° à l'électromètre de Volta. Même résultat avec un arc d'or ou de platine.

L'auteur a observé 1° que plus l'argent a été exposé aux courans électriques, plus la faculté électromotrice relative diminue facilement; de manière que si au commencement, pour le rendre inférieur au zinc, il est nécessaire d'employer plusieurs heures l'action d'un électromoteur, on parvient à la fin à ce même résultat en peu de minutes; 2° que si l'on essuie l'argent, ou qu'on le laisse se sécher après avoir été traversé par les courans électriques, il recouvre en grande partie la faculté électromotrice perdue. Il en est de même de l'or et du platine.

Mais la facilité avec laquelle les métaux peuvent de cette sorte devenir inférieurs au zinc n'est point en raison de leur proximité de ce métal dans l'échelle des électromoteurs. Le fer, par exemple, qui est beaucoup plus près du zinc que l'argent, est bien plus difficile que ce dernier à être abaissé au-dessous du zinc. Le laiton ou le cuivre, beaucoup plus éloignés du zinc que le fer, peuvent être facilement rendus électro-positifs relativement au zinc. Et ce qu'il y a de singulier pour le laiton et le cuivre, c'est que si, après qu'on les a rendus inférieurs au zinc, on les essuie bien avant de les éprouver, ils se trouvent de

beaucoup supérieurs, non seulement au zinc, mais encore à ce qu'ils étaient primitivement.

De là il résulte que les courans électriques, passant des liquides aux métaux, ou *vice versâ*, apportent dans les métaux des altérations à la faculté électromotrice relative, et qu'il suffit même de courans très-faibles pour produire de pareilles altérations.

IIe *section. — Influence des conducteurs liquides dans l'altération de la faculté électromotrice relative des métaux.* — On sait, par des recherches précédentes de l'auteur, que le fer, l'étain, le plomb et le zinc diminuent en force électromotrice toutes les fois qu'ils se trouvent en contact avec des solutions salines ou avec des acides affaiblis. Ayant plongé deux lames de cuivre dans une eau acidulée par l'acide sulfurique, durant environ une demi-heure, il en retira une qu'il essuya, pour la replonger ensuite; cette lame essuyée devint négative; c'est-à-dire supérieure à l'autre. On retira ensuite celle-ci, qui fut essuyée à son tour, puis replongée : elle devint supérieure à la première; et ainsi de suite alternativement. Il n'est pas même nécessaire d'essuyer l'une des plaques pour la rendre supérieure à l'autre; il suffit de la soulever tant soit peu, de manière qu'elle plonge moins que cette autre dans le liquide. Même résultat avec l'eau chargée de sel commun, ou mélangée avec un peu d'acide nitrique.

En tenant une lame de cuivre dans l'acide sulfurique et une autre dans de l'eau légèrement salée, l'auteur a observé qu'en reportant ensuite rapidement ces lames dans un même vase contenant de l'eau plus ou moins salée, la lame qui avait été dans le liquide le moins conducteur était devenue supérieure à l'autre. Mêmes résultats avec des lames d'étain, de zinc, et d'autres métaux; ils sont d'autant plus apparens que les surfaces métalliques sont plus inégalement oxidées, ce qui arrive surtout si l'on polit une partie de ces surfaces, ou mieux en y soudant un petit morceau d'un autre métal. Ainsi, en soudant un petit morceau de zinc sur l'une des faces de deux plaques de cuivre, celles-ci, plongées dans l'eau, puis retirées alternativement, manifestaient un fort courant électrique, tel que la dernière lame essuyée, ou simplement soulevée hors du liquide, devenait toujours supérieure à l'autre. De petits morceaux de plomb,

d'étain ou de fer, soudés aux plaques de cuivre, donnent des courans moins énergiques. En général, tous les métaux sont capables d'offrir le même phénomène, quand on a rendu leurs surfaces hétérogènes, en y attachant un petit morceau d'un métal inférieur à eux en force électromotrice relative. De plus, le courant électrique, développé en accouplant une petite lame électro-positive à une lame électro-négative de surface plus grande, est beaucoup plus énergique que celui qui est engendré par une petite lame électro-négative, accouplée à une lame électro-positive plus grande; et les courans électriques modifient la faculté électro-motrice des métaux en plus ou en moins, selon qu'ils passent des métaux au liquide, ou réciproquement. C'est sur ces deux derniers faits que l'auteur base son explication des phénomènes précédens.

Mais s'il est prouvé, par tout ce qui précède, que l'action des courans électriques provenant de l'hétérogénéité des surfaces, altère beaucoup la faculté électro-motrice des métaux plongés dans les liquides, on ne peut douter que l'action chimique du liquide sur le métal n'occasione aussi de pareilles altérations. En effet, deux plaques de cuivre polies, qui ne présentent pas dans l'acide étendu le phénomène en question, à moins d'être restées long-temps plongées dans le liquide, le manifestent immédiatement si l'on fait usage d'ammoniaque, bien que celle-ci ait un pouvoir conducteur bien moindre que l'acide sulfurique; mais c'est parce que l'ammoniaque attaque plus vite le cuivre. Toutefois cela ne résulte pas d'une électricité développée par l'action chimique du liquide sur le métal, mais bien de l'altération de la surface de ce métal; car si l'on fait communiquer par l'un de ses bouts la plaque avec la mer, tandis que son autre bout est attaqué par le liquide conducteur, l'électricité que cette dernière action pourrait développer, aurait un conducteur immense sur lequel elle se déchargerait; mais l'effet ne fut pas différent lorsqu'on répéta l'expérience en supprimant la communication avec la mer. L'action chimique de l'acide sur le métal n'est donc que la cause éloignée de l'électricité qui se manifeste dans de pareils phénomènes.

De tout cela il résulte 1° que les conducteurs liquides peuvent altérer la faculté électro-motrice relative des métaux qui y sont plongés; 2° que ces altérations peuvent dépendre des

courans électriques partiels, engendrés par les hétérogénéités que présentent les surfaces mêmes des métaux plongés dans les liquides, surtout quand le métal est rendu plus électro-positif qu'auparavant; 3° que les altérations peuvent encore avoir lieu indépendamment de ces hétérogénéités, et par les seules modifications produites sur les métaux par l'action chimique que les liquides exercent sur eux.

SECONDE PARTIE.

Dans la seconde partie de son mémoire, M. Marianini cherche à démontrer l'insuffisance de la théorie électro-chimique pour expliquer les phénomènes des électro-moteurs voltaïques. Cette longue discussion est divisée en trois sections, dans lesquelles l'auteur considère successivement le cas où les deux métaux plongent dans le même liquide, le cas où les deux métaux plongent dans des liquides différens, enfin le cas des électro-moteurs composés. L'auteur discute les expériences sur lesquelles M. de la Rive a fondé sa théorie électro-chimique; il réfute les conséquences que ce dernier physicien en a tirées, soit en raisonnant sur les expériences qui forment la première partie de ce mémoire, soit en rapportant de nouvelles observations faites *ad hoc*. Il nous est impossible d'entrer dans cette discussion, et il nous suffira d'avoir analysé la partie expérimentale du mémoire.

208. OBSERVATIONS CRITIQUES sur un Mémoire de M. ÉLIE DE BEAUMONT, intitulé : *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe*, et inséré dans les *Annales des sciences naturelles*.

Quoique cette première section du *Bulletin* ne soit pas spécialement consacrée à la géologie, il nous sera néanmoins permis de nous occuper des théories de la Terre qui semblent s'appuyer sur des principes de physique et de mécanique. C'est ainsi que les travaux géodésiques servant à déterminer la figure du globe, les expériences sur la densité moyenne de sa masse, la propagation de la chaleur dans les couches dont il est composé, et quelques phénomènes météorologiques, tels que les tremblemens de terre, les éruptions volcaniques, etc., sont nécessairement de notre domaine. Une théorie de la formation des montagnes, ou plutôt des caractères propres à assigner l'âge

relatif des diverses chaînes, a été récemment proposée par M. Élie de Beaumont, et cette théorie a été généralement considérée comme fondée sur des principes rigoureux : qu'il nous soit donc permis d'examiner jusqu'à quel point la méthode du géologue s'est rapprochée de celle du géomètre.

On sait depuis long-temps que la plupart des couches de terrains se trouvent bouleversées dans le voisinage des hautes chaînes de montagnes; quelques-unes de ces couches sont encore horizontales ou peu inclinées, mais il y en a dont l'inclinaison est très-considérable, et qui même sont dans une situation parfaitement verticale. Quelquefois il arrive que ces couches, toutes parallèles entr'elles, ont éprouvé simultanément le même changement de position. Dans d'autre cas, les couches inférieures étaient déjà bouleversées, quand les couches supérieures se sont déposées; preuve évidente qu'un changement quelconque s'était opéré dans l'intervalle de temps écoulé entre ces deux formations obliques l'une par rapport à l'autre. Ce dernier changement, auquel on peut à la rigueur imposer le nom de bouleversement ou de catastrophe, a pu se produire, soit par un affaissement inégal du terrain inférieur, soit par un soulèvement irrégulier, soit par un mouvement de bascule, soit enfin par la destruction partielle de ce même terrain. Un fait essentiel, et qui n'a échappé à l'observation d'aucun géologue, c'est que de pareilles révolutions du globe ont presque toujours été accompagnées d'un changement brusque dans la nature chimique des dépôts; et il est probable que l'un de ces phénomènes était la cause la plus immédiate de l'autre.

L'idée que de pareils changemens pouvaient se rattacher à la formation même des montagnes, était assez naturelle pour que quelque goélogue s'en occupât sérieusement. Telle est la tâche que s'est imposée M. Élie de Beaumont, dans le travail que nous venons d'indiquer; mais avant que d'émettre nos doutes sur sa théorie de la formation des montagnes, nous devons résumer les preuves qu'il apporte à l'appui de son opinion. Ces preuves sont de deux espèces : superposition des couches dans des directions obliques ou horizontales, et parallélisme des chaînes de montagnes.

Quant à la plus ancienne des révolutions dont s'occupe M. Élie de Beaumont, elle a dû avoir lieu immédiatement après le

dépôt du calcaire jurassique, et avant celui du grès vert et de la craie, puisqu'elle a soulevé le premier et laissé le second dans une position horizontale. Cette révolution a coïncidé avec le soulèvement de la Côte-d'Or, du mont Pilas et de l'Erzgebirge. Néanmoins, d'après l'aveu même de l'auteur, la craie n'existe point dans la Bourgogne, mais seulement le calcaire jurassique; en sorte que tout ce que l'on pourrait raisonnablement conclure de cette circonstance, c'est que la Côte-d'Or aurait été soulevée après le dépôt du calcaire jurassique, mais à une époque indéterminée et aussi récente que l'on voudrait. D'autre part, ni le calcaire jurassique, ni la craie n'existant dans l'Erzgebirge, comment peut-on savoir que cette chaîne a été soulevée durant la période qui s'est écoulée entre l'un et l'autre de ces dépôts? C'est, répond l'auteur, parce que le calcaire nommé *planër-kalk* par les Allemands, et le grès qu'ils appellent *quadersandstein*, reposent en couches horizontales sur les couches inclinées des roches anciennes de l'Erzgebirge, et que l'on sait maintenant que ce calcaire et ce grès sont contemporains du grès vert et de la craie. Au reste, ceux qui ne seraient pas satisfaits de ce genre de preuves, pourront suivre l'auteur sur le mont Pilas en Forez; où ils trouveront, non pas encore la craie en couches horizontales sur les couches inclinées du calcaire jurassique, mais le *terrain* du grès vert et de la craie déposé sur ce dernier. Puis, vous le suivrez dans le Jura dont les couches sont également redressées, et qui contient au fond de quelques-unes de ses hautes vallées, non pas encore la craie en couches horizontales, mais un certain calcaire entremêlé de certaines marnes et de certains grès, et que vous serez nécessairement forcés de rapporter au système du grès vert et de la craie, faute de pouvoir le ramener à aucun autre système.

Ainsi, vous aurez beau suivre l'auteur par monts et par vaux, cherchant toujours la craie qui a dû se déposer horizontalement sur les couches inclinées du calcaire jurassique : vous ne trouverez partout, à la place de cette craie, que des grès et des calcaires de nature équivoque, en un mot, que le genre crétacé bâtard. Alors, pour diminuer votre désappointement, on vous offrira du parallélisme. En effet, vous dira-t-on, toutes les rides du globe, toutes les vallées que forment ces rides, depuis Metz jusqu'à Genève et à la haute vallée de la Loire, affectent

une direction commune, formant un angle d'environ 45 degrés avec le méridien de Dijon. Il est vrai que par fois vous pourrez modifier cette direction de quelques dizaines de degrés, et que, par exemple, tout près de la ligne droite qui traverse dans cette première direction les buttes granitiques de Mâlain, Mémont et Remilly, vous pourrez tracer la direction de la Côte-d'Or, sous un angle d'environ 30 degrés. Quant aux vallées du Jura, comme elles composent, dans leur ensemble, un arc d'une amplitude de plus de 50 degrés, vous en trouverez nécessairement quelques-unes dans la direction caractéristique de 45 degrés.

Passant à la seconde révolution du globe, postérieure au dépôt de la craie, antérieure à celui des terrains tertiaires, et qui a dû soulever les Pyrénées et les Apennins, nous verrons que, d'après les géologues qui ont visité la première de ces chaînes, la craie ne se rencontre ni sur sa cîme, ni sur ses flancs, ni même dans son voisinage, mais que le *terrain* du grès vert et de la craie, d'après M. Dufrenoy, s'élève jusqu'à sa crête, tandis que les dépôts tertiaires s'étendent horizontalement jusqu'à son pied. Quant aux Apennins, d'après les obrervations que MM. Boué, Pentland, Studer et Bertrand-Geslin, ont obligeamment communiquées à l'auteur, les couches secondaires qui entrent dans la composition de cette chaîne *semblent* se rapporter au terrain du grès vert et de la craie; et, d'après les observations toutes récentes de M. Capello, le mont Corvo, le plus élevé des Apennins, est formé par un calcaire blanc, renfermant des silex pyromaques et quelques corps organisés; lequel calcaire *rappelle* celui des cîmes de certaines collines de la Provence, que M. de Beaumont a retirées du système jurassique pour les classer dans le système du grès vert et de la craie.

Si par suite de ces rapprochemens, il ne paraissait pas évident que les Pyrénées, les Apennins et une partie de la Provence, ont été soulevés immédiatement après le dépôt de la craie, vous pourriez recourir à l'admirable parallélisme de ces diverses chaînes, et vous verriez que les Pyrénées s'étendent exactement suivant le parallèle de 43 degrés, depuis le cap Ortégal en Galice jusqu'au cap Creux en Catalogne; tandis que les Apennins, en quittant les Alpes, marchent d'abord vers le Nord jusquà Gênes, puis s'infléchissent un peu vers le Sud

jusque dans la Marche-d'Ancône, pour prendre enfin la direction S.-E. jusqu'à l'extrémité méridionale de l'Italie; ensorte qu'il faudrait être d'une exactitude bien minutieuse, pour ne point voir entre les Pyrénées et les Apennins une conformité parfaite sous le rapport de leurs directions.

Mais passons au troisième bouleversement, qui a soulevé la chaîne occidentale des Alpes, en redressant toutes les couches secondaires et tertiaires, et même une partie des anciens terrains d'alluvion. La Provence, le Dauphiné et la Savoie offrent des preuves si nombreuses de cette catastrophe, qu'il semble impossible de la révoquer en doute. Il est vrai qu'on ne retrouve ni le calcaire jurassique, ni la craie, dans les Alpes proprement dites, et que l'on n'y rencontre des terrains tertiaires qu'en un très-petit nombre de localités. Néanmoins toutes ces couches devraient s'y retrouver, puisqu'elles ont dû être soulevées aussi bien que les couches du même genre que l'on retrouve d'un côté ou de l'autre de la chaîne, à une distance plus ou moins considérable. Quoiqu'il en soit, le soulèvement des Alpes Occidentales a dû s'effectuer, d'après M. de Beaumont, suivant une droite tirée de Marseille à Zurich, qui forme avec le méridien moyen un angle d'environ 26 degrés, puisque c'est la direction commune de toutes les grandes vallées de cette chaîne, et même de plusieurs vallées de la chaîne principale des Alpes. Mais telle est le peu de précision que l'auteur apporte dans ces déterminations, que, par le fait, il assigne au Mont-Blanc cette même direction de 26 degrés; tandis qu'en examinant la grande carte de de Saussure, on trouve que la vallée de Chamouni fait avec le méridien un angle de 46 degrés; que l'Allée-Blanche et la vallée de Ferret en forment un de 50 degrés; en sorte que le Mont-Blanc, compris entre ces deux vallées, s'étend dans la direction moyenne de 48 degrés, bien différente de l'angle de 26 degrés, assigné par l'auteur à la direction générale de la chaîne. De plus, cette dernière direction ne s'écarte réellement du méridien que de 2 ou 3 degrés, et non pas de 26. Mais, au lieu de déterminer cette direction, en tirant une droite depuis le Mont-Blanc, extrémité septentrionale de la chaîne, jusqu'au point de jonction des Apennins, ou mieux jusqu'au nord de la ville d'Aix, à la naissance de la chaîne transversale de la Sainte-Baume, ou

mieux encore jusqu'aux îles d'Hières, à la pointe la plus méridionale de la Provence, l'auteur a incliné cette direction pour se mettre un peu mieux d'accord avec le sens des vallées principales, et surtout dans le but évident de passer près du mont Rigi, que l'on cite comme le cas le plus remarquable du soulèvement des terrains tertiaires, et à travers les lacs des petits Cantons de la Suisse, dont l'existence semblerait ainsi se rattacher à cette troisième révolution du globe.

Mais aucune n'est plus singulièrement établie que la quatrième, qui a soulevé toute la chaîne principale des Alpes, durant la période du dépôt des anciens terrains d'alluvion. En effet le sol du Dauphiné paraît s'être plié en un toit dont la ligne de faîte, dirigée parallèlement aux Alpes, passerait par St Vallier; mais cette ligne est à peu près dans le prolongement de la ligne des mélaphires et des dolomies, marquée sur la carte de M. de Buch, au S. de la grande chaîne des Alpes; et comme le soulèvement de cette chaîne est lié à l'existence de ces mélaphires qui, d'après M. de Buch, sont évidemment des produits volcaniques, il en résulte incontestablement que le mouvement du sol du Dauphiné, que l'apparition des mélaphires qui sont sur la même ligne, et que le soulèvement des Alpes centrales qui leur sont parallèles, sont trois événemens contemporains!

De ces quatre révolutions du globe, aucune n'est donc exactement établie sur les principes que l'auteur avait admis, et qui ne laissaient pas que d'avoir un certain air de vérité. Les terrains qui, par le désaccord de leur stratification, devaient mettre en état de trouver l'âge relatif des montagnes, ne s'y rencontrent jamais d'une manière évidente, ou se trouvent superposés à des distances telles qu'on ne peut plus rien en inférer pour les montagnes elles-mêmes. Les esprits candides devaient nécessairement tomber dans le piège, que leur masquaient d'ailleurs les paroles si décevantes de la Commission académique chargée d'examiner ce travail (1). « Si l'Académie, disait le rapporteur, a conservé le souvenir du mémoire que lui a lu M. de Beaumont, elle peut se rappeler qu'il a déjà répondu, au moins en grande partie, à la plupart de ces questions (l'âge et la

(1) Cette commission était formée de MM. Brochant, Beudant et A. Brongniart, rapporteur. (Voyez leur rapport dans les *Annales de Chimie et de Physique*, Tom. 42, p. 284).

correspondance des chaînes de montagnes), qu'on aurait pu traiter, avant l'époque de Werner, d'indiscrètes et de vaines, parce qu'on ne voyait alors dans la science aucun moyen d'y répondre; mais, si les travaux de M. Elie de Beaumont et le récit de ses observations apportent dans les esprits des géologues le même genre de conviction que dans le nôtre, nous pourrons dire qu'il a répondu à la plupart de ces questions et d'une manière propre à satisfaire les esprits les plus difficiles; » et en terminant le rapport : « Le mémoire de M. de Beaumont expose donc certainement l'une des théories les plus nouvelles, les plus hardies et les plus ingénieuses qui aient été proposées depuis long-temps; elle semble même détruire des théories qui ont pour elles l'honorable prévention d'un nom illustre (Werner) et d'un assentiment général, et qui ont été adoptées, professées par plusieurs membres de cette Académie. Cependant votre Commission, non-seulement n'hésite pas à vous proposer de sanctionner le travail remarquable de M. de Beaumont; mais elle vous demandera de l'encourager par votre plus haute approbation.

« L'Académie des sciences, continue M. Brongniart, saura toujours distinguer les idées nouvelles, résultat d'expériences et d'observations nombreuses, bien faites, discutées avec une saine et sévère critique, de celles qui ne sont que le résultat des conceptions d'une imagination active, entraînée par quelques aperçus. Elle accueillera les premières, et gardera le silence sur les autres, sans craindre que des esprits chagrins, blessés par cette sage réserve, s'écrient que l'Académie repousse les lumières. Mais l'accueil empressé qu'elle aura fait et qu'elle fera à tout mémoire semblable à celui que nous venons d'examiner, apprendra qu'elle sait distinguer les vérités fondées sur de solides bases, des opinions même spirituelles, déduites de données incertaines ou vagues. Nous avons donc l'honneur de proposer à l'Académie d'accorder son approbation au genre de recherches renfermées dans le mémoire de M. de Beaumont, et aux conséquences remarquables qu'il en a déduites; et de lui donner tous les encouragemens dont elle peut disposer, en ordonnant l'impression de son mémoire dans le *Recueil des savans étrangers.* »

Il est inutile de dire que l'Académie adopta ces conclusions;

elle en eût adopté de toutes contraires, avec la même condescendance. Aussi le public scientifique fait-il moins de cas de l'opinion collective de l'Académie que de l'avis d'un seul de ses membres, qui y engage sa propre réputation. Telle est la position dans laquelle M. Arago s'est placé, en donnant une entière approbation au travail de M. de Beaumont; car voici comment il s'exprime à ce sujet (1). « Peut-être, malgré mon insuffisance, céderai-je un jour à la tentation de présenter aux lecteurs de l'*Annuaire* un aperçu rapide de ces grands phénomènes; mais, dans cet article, je ne m'occuperai que d'un seul objet, de l'âge relatif des chaînes de montagnes européennes. En choisissant cette question, j'ai été encore moins déterminé par sa nouveauté que par la lucidité et la rigueur de la méthode qui a permis à M. Élie de Beaumont de la résoudre. Je dois dire aussi que j'avais l'avantage de pouvoir puiser dans ses communications amicales, des éclaircissemens sans lesquels il m'eût été impossible de rédiger cet article, car le mémoire original n'a pas encore paru. Il ne m'appartient point de prévoir le rang que les géologues assigneront au travail de M. Élie de Beaumont; mais je me tromperais fort s'ils ne le rangeaient pas unanimement parmi tout ce que leur science possède de plus curieux et de mieux établi. Le témoignage extrêmement favorable que MM. Brongniart, Brochant et Beudant en ont déjà rendu à l'Académie des sciences, entraînera, je suppose, l'assentiment de toute l'Europe savante. » Et pour mettre l'Europe savante en état de donner son approbation, des annonces pompeuses du travail de M. de Beaumont, calquées sur celles de M. Arago, furent envoyées à tous les journaux de Paris, et insérées sans aucune observation critique.

Or, si on lit attentivement l'article de M. Arago, on verra que ce dernier a cru que M. de Beaumont avait appliqué rigoureusement sa méthode à la détermination de l'âge des montagnes dont il parle; car M. Arago dit positivement : « Plaçons des noms propres dans la théorie générale et si simple que nous venons de développer, et la découverte de M. de Beaumont sera constatée. Des quatre espèces de terrains,.... trois se prolongent en couches horizontales jusqu'aux montagnes de la Saxe, de la Côte-d'Or et du Forez; une, le calcaire oolitique, s'y montre seule

(1) Voyez l'*Annuaire pour* 1830, p. 202.

relevée : donc l'Erzgebirge, la Côte-d'Or et le mont Pilat (Forez sont sortis du globe après la formation du calcaire oolitique et avant la formation des trois autres terrains de sédiment. Sur les pentes des Pyrénées et des Apennins, il y a deux terrains relevés, savoir, le calcaire oolitique et le terrain grès vert et craie; le terrain tertiaire et le terrain d'alluvion qui les recouvre ont conservé leur horizontalité primitive, donc, etc., etc. » Mais il n'y a point de calcaire oolitique dans l'Erzgebirge; il n'y a pas non plus de craie, ni de véritable grès vert. On ne connaît de calcaire oolitique ni dans les Pyrénées, ni dans les Apennins; on n'y rencontre pas non plus de craie véritable; y aurait-on vu réellement du grès vert? La Côte-d'Or ne présente même ni le grès vert, ni la craie; etc., etc. M. Arago pouvait dire avec raison que la méthode de M. de Beaumont, considérée d'une manière abstraite, était parfaitement lucide et rigoureuse; mais ajouter que le travail de M. de Beaumont, c'est-à-dire la détermination effective de l'âge des montagnes, serait rangée parmi tout ce que la géologie possède de plus curieux et de mieux établi, était une hyperbole un peu trop forte.

Sans doute, M. de Beaumont, dans ses communications amicales avec M. Arago, n'aura rien dit des embarras inextricables dans lesquels se sont jetés les géologues, en admettant que, sur tous les points du globe, il devait y avoir identité de formations et de superpositions des terrains. Ne pouvant réaliser cette conception d'une manière absolument vraie, les géologues ont voulu du moins la présenter sous un jour qui ne fût pas absolument faux, et ils ont imaginé les *terrains équivalens*. Deux terrains sont dits *équivalens*, lorsqu'ils se rencontrent *à la même place* dans deux séries, et que, du reste, ils offrent quelques ressemblances dans leurs caractères physiques et chimiques, dans les minéraux et dans les débris d'êtres organisés qu'ils renferment; ou bien lorsqu'ils tiennent habituellement la place l'un de l'autre dans les séries; ou enfin lorsqu'ils se rencontrent ordinairement ensemble. Avec cette latitude, il faudrait être bien malheureux pour ne point rencontrer, par exemple, un équivalent de la craie, parmi toutes les roches calcaires d'une localité que l'on explore. Il suffira, je suppose, de rencontrer dans le calcaire des Apennins, une ou deux coquilles des terrains crayeux de la Seine, ou bien quelques silex pyromaques

pour être en droit de rejeter tout ce calcaire dans le système de la craie.

Voici maintenant le type des raisonnemens de M. de Beaumont : Dans tel et tel endroit, de la craie venait de se déposer en couches horizontales, lorsque tout-à-coup une montagne se forme par soulèvement. Vous croyez peut-être que les couches inclinées de la craie vont se voir au sommet, ou sur les flancs, ou du moins au pied de cette montagne, pour se lier aux couches horizontales qui sont demeurées intactes : point du tout, elles disparaissent là où ma théorie exige qu'elles se trouvent, ou bien elles se transforment en un calcaire *ad libitum*, ou même en un grès.

Je doute que mes lecteurs admettent un raisonnement semblable. Pour eux il sera évident que, si le fond d'une mer dans laquelle s'est déposé de la craie, vient à se soulever, il faudra bien que la chaîne de montagnes qui en naîtra, soit couronnée de cette craie, du moins en beaucoup d'endroits si ce n'est pas partout. A cette objection, on ne pourra faire que l'une ou l'autre de ces réponses : on dira d'abord qu'en ce lieu il ne se déposait plus de craie à l'époque du soulèvement de la chaîne, ce qui signifie que ce terrain n'était plus recouvert par les eaux, qu'il formait déjà une chaîne de montagnes, ou enfin que le soulèvement avait précédé le dépôt de la craie contrairement à l'hypothèse ; ou bien on dira que la craie qui avait été soulevée a été plus tard détruite par les agens atmosphériques, et qu'elle est entrée dans la composition de terrains plus récens. Je reviendrai plus loin sur cette idée.

Mais il est un autre moyen plus sûr de reconnaître si une chaîne de montagnes a été soulevée avant ou après le dépôt des terrains sédimenteux qui la recouvrent ; c'est par la correspondance des terrains déposés sur les deux versans de cette chaîne. Supposez en effet que le fond de l'Océan vienne à être soulevé : toutes les couches sédimenteuses qui formeront, dans ce cas, les deux revers de la chaîne, seront superposées dans le même ordre, et auront à très-peu près la même épaisseur. Il n'y aurait à cette règle que des exceptions très-rares et de peu d'importance. Maintenant citons, pour exemple, le paragraphe 1300 des voyages de de Saussure dans les Alpes ; ce géologue suppose que l'on traverse le mont Cenis, d'abord en venant de la Savoie,

puis en quittant le Piémont, et qu'on prenne note de tous les terrains sur lesquels on passe successivement, jusqu'à ce qu'on soit arrivé sur le terrain le plus inférieur, le plus ancien, ou le plus près du centre de la chaîne. On trouvera successivement :

En venant de la Savoie.	*En venant du Piémont.*
D'abord sables et cailloux roulés,	D'abord sables et cailloux roulés,
puis calcaire très puissant,	point de terrain correspondant,
point de terrain correspondant,	roches magnésiennes,
ardoises très-abondantes,	point de terrain correspondant,
roches quartzeuses micacées,	roches quartzeuses micacées,
pétrosilex de mica et de feldspath,	point de terrain correspondant,
point de terrain correspondant,	granit veiné,
roches de cornes,	point de terrain correspondant,
point de terrain correspondant,	calcaires,
ardoises, calcaires et pétrosilex,	point de terrain correspondant,
point de terrain correspondant,	roches magnésiennes,
noyau central,	noyau central,
beaucoup de gypse superposé.	point de gypse.

« Il faut donc reconnaître, ajoute de Saussure, que les deux faces opposées de la chaîne des Alpes ne sont ni semblables, ni symétriques, quant à la nature des substances dont elles sont composées. »

Maintenant, dirons-nous, comment admettre que tant de couches se soient primitivement déposées au fond de la mer, dans une direction horizontale, de manière à présenter un tel désaccord, précisément sur la ligne suivant laquelle devait se faire, au bout de tant de siècles, le soulèvement de la chaîne! Cette discordance n'est-elle pas plutôt le résultat de l'existence de deux mers primitives qui se trouvaient séparées par cette chaîne de montagnes, laquelle a dû être formée, soulevée si l'on veut, avant le dépôt des couches sédimenteuses qui la recouvrent aujourd'hui?

Quand, en effet, de pareils soulèvemens ont eu lieu après le dépôt des couches sédimenteuses, celles-ci ont été plus ou moins bouleversées, inclinées, fracturées; les couches sensiblement planes qui occupaient la base de la montagne, ont dû se diviser en fragmens, afin de recouvrir les deux versans de la chaîne et toutes les sinuosités qu'elle présente, à moins pourtant que ces couches ne se soient entr'ouvertes, pour permettre aux montagnes de surgir. Mais dans le cas où les couches sou-

levées recouvriront toute la chaîne, si elles présentent des interruptions proportionnées à l'accroissement de leur surface, elles seront antérieures au soulèvement de la chaîne; mais si elles forment une masse continue, elles auront été déposées après le soulèvement de cette chaîne.

De Saussure a parfaitement décrit le mode de stratification des couches jurassiques. Voici comment il s'exprime (paragraphe 334), à propos de la montagne du Reculet, qui fait partie de la haute chaîne du Jura. « Cette même partie de la montagne est intéressante en ce qu'on y distingue la continuité des couches de la pente orientale avec celles de la pente occidentale. On voit les couches, à mesure qu'elles s'approchent du sommet de la montagne, se plier et s'arrondir, comme pour embrasser le faîte, et descendre ensuite du côté opposé.... La comparaison de la forme de cette première ligne du Jura avec celle d'un toit, n'est donc pas très-exacte. Les pentes d'un toit sont des plans, et ces plans forment au faîte un angle vif: mais les couches du Jura sont plutôt convexes, et leur sommité arrondie. La section transverse de la montagne ne serait donc pas un triangle; ce serait plutôt une parabole ou quelque courbe de ce genre. » — Et plus loin, en décrivant les autres parties de la chaîne, paragraphe 338: « Leur structure n'est pas la même dans toute l'étendue du Jura. La forme primitive la plus générale ressemble cependant à celle de la haute chaîne, c'est-à-dire que ce sont des voûtes composées et remplies d'arcs concentriques. » — « J'ai cru pendant long-temps, ajoute-t-il au paragraphe 340, que les couches devaient avoir été formées dans une situation horizontale ou peu inclinée à l'horizon, et que celles que l'on rencontre dans une situation, ou perpendiculaire, ou très-inclinée, avaient été mises dans cet état par quelque révolution; mais à force de rencontrer des couches dans cette situation, de les voir dans des montagnes bien conservées, et qui ne pasaissent pas avoir subi de bouleversement, et d'observer une grande régularité dans la forme et dans la direction de ces couches, je suis venu à penser que la nature peut bien avoir aussi formé de ces bancs très-inclinés et même perpendiculaires à la surface de la terre. »

Je citerai encore pour exemple de la stratification festonnée des couches du Jura, la vallée de la Birs que tous les géologues

ont été à même de visiter en parcourant cette chaîne. Les deux flancs de la vallée, sur une étendue de plusieurs lieues, ont été comme coupés à pic dans le cœur des montagnes, dont les couches à droite et à gauche se correspondent parfaitement. On voit les mêmes couches passer successivement sur les sommités et dans le fond des gorges, en décrivant des demi-circonférences de cercle, dont la concavité est tournée tantôt dans un sens et tantôt dans le sens opposé. Quelquefois on peut voir que ces surfaces sont à double courbure. Elles sont parfaitement continues, ou ne présentent çà et là que des fissures insignifiantes. L'épaisseur de chacune de ces couches est à-peu-près la même dans toute son étendue. Si elles avaient été primitivement planes, en devenant hémisphériques, leur surface aurait été doublée, et, par conséquent, leurs cassures présenteraient autant de vide que de plein. Mais il y aurait du dégoût à combattre l'opinion des géologues qui admettraient que plusieurs centaines de couches d'un calcaire compacte, ayant chacune une épaisseur de quelques pieds, et qui ont dû se déposer durant un intervalle de temps très-considérable, aient conservé un état de mollesse ou d'élasticité suffisant pour qu'une cause mécanique eût pu leur imprimer la forme contournée qu'elles affectent aujourd'hui.

Cette considération est d'une telle importance qu'aucune autre ne peut raisonnablement lui être opposée. Le calcaire compacte, en couches tortueuses et sans fractures, s'est nécessairement déposé sur un moule de même forme ; ce qui ne veut pas dire qu'il n'ait point participé aux révolutions ultérieures du terrain sur lequel il repose. Quelquefois ces couches ont été fendues, crevassées dans leur ensemble, et leur massif entraîné hors de sa position primitive. Tel est le fameux rocher du saut d'Arpenaz dans la vallée de Sallenche ; ses couches de calcaire noirâtre sont pliées en arcs dont la partie visible s'étend sur plus d'un quart de circonférence ; elles sont parfaitement continues et agglutinées les unes autour des autres ; la corde de ces arcs parallèles est de 800 pieds. Maintenant de quelque manière que l'on imaginerait que ce rocher fût retourné, il présenterait toujours des pans de couches très-inclinées à l'horizon, et dont l'explication ne pourrait être donnée par aucun bouleversement du globe. De là jusqu'à Sallenche on voit, dans le même calcaire

noirâtre, des couches singulièrement contournées, dont quelques-unes forment presqu'un cercle entier, et qui sont tellement bien suivies dans leurs contours et si singulièrement entrelacées, qu'il est impossible de croire qu'elles aient été primitivement planes.

Il résulte de là que le calcaire oolitique s'est déposé sur le Jura après le soulèvement de la base de cette chaîne de montagnes. Il en est probablement de même pour la Côte-d'Or, bien qu'on y voie les couches du calcaire jurassique s'élèver à l'approche du granit sur lequel il s'est moulé. En général le calcaire peut se déposer en couches d'autant plus inclinées qu'il est à un plus grand état de division. Dissous dans l'eau à la faveur d'un excès d'acide carbonique, il peut former des couches, non-seulement contre une surface verticale, mais encore en-dessous de la face inférieure d'un corps suspendu dans le liquide. A l'état de très-grande ténuité, tel, par exemple, qu'il se trouve quand le gaz acide carbonique l'abandonne sous forme de précipité, il peut encore se déposer en couches presque verticales. Mais quand il forme un détritus, quand il est mêlé d'argile et de sable, par exemple, il se déposerait difficilement sur un plan incliné de plus de 60 degrés. Le sable non agglutiné, quelque soit d'ailleurs la grosseur de ses grains, ne peut pas s'arranger en couches inclinées de plus de 30 degrés; mais la présence d'une petite quantité de matières glutineuses permet à ces couches de se maintenir sous une inclinaison beaucoup plus grande.

Je ne prétends point dire par là que toutes les couches inclinées ont été déposées dans cette situation. La plupart des couches voisines des montagnes ont été bouleversées à différentes époques, et d'autant plus qu'elles sont plus rapprochées des hautes chaînes. Tel est le cas des fameux poudingues de Valorsine, que l'on a cités tant de fois comme la preuve la plus incontestable de ces révolutions du globe. Je rapporterai ici la description qu'en a donnée de Saussure, parce qu'elle servira de base à quelques réflexions ultérieures. Ces poudingues sont situés à moitié de la hauteur d'une colline adossée au Mont-Blanc, et dont l'élévation au-dessus du niveau de la mer est de 1181 toises.

« On voit là, dit de Saussure, que la base de cette montagne est un vrai granit, à grains médiocres, et dont la structure

n'a rien de distinct. Mais au-dessus de ces granits, on trouve des roches feuilletées quartzeuses, mélangées de mica et de feldspath, genre moyen entre le granit veiné et la roche feuilletée ordinaire. Leurs couches courent du N. au S., comme la vallée de Valorsine, et font avec l'horizon un angle de 60 degrés, en s'appuyant au couchant contre cette même vallée. Ces roches continuent dans la même situation jusqu'à ce qu'après une demi-heure de marche, on les perd de vue sous la verdure qui tapisse une petite plaine, située au milieu des bois, et qui se nomme *le plan des Céblancs.*

« De là, en montant obliquement du côté du S., on rencontre de grands blocs d'un schiste gris ou de couleur de lie-de-vin, quelquefois même d'un violet décidé, qui renferment une grande quantité de cailloux étrangers, les uns angulaires, les autres arrondis, et de différentes grosseurs, depuis celle d'un grain de sable jusqu'à celle de la tête. Je fus curieux de voir ces poudingues dans leur lieu natal; je montai droit en haut pour y arriver; mais là, quel ne fut pas mon étonnement de trouver leurs couches dans une situation verticale!.... Le tissu de cette pâte est d'une régularité et d'une finesse admirables; c'est un schiste, dont les feuillets élémentaires sont excessivement minces, mêlés de mica et parfaitement parallèles aux plans qui divisent les couches de la pierre. Ces couches mêmes sont très-régulières, bien suivies, et de différentes épaisseurs, depuis un demi-pouce, jusqu'à plusieurs pieds. Celles qui sont minces contiennent peu et quelquefois point de cailloux étrangers, et on observe quelques alternatives de ces couches minces sans cailloux, et des couches épaisses qui en contiennent. La couleur du fond de ce schiste varie beaucoup, il est ici gris, là verdâtre, le plus souvent violet ou rougeâtre; on en voit aussi qui est marbré de ces différentes couleurs. Ses couches sont dirigées du N. au S., exactement comme celles des roches granitoïdes qui sont au-desssous; mais l'inclinaison du schiste est beaucoup plus grande, ses couches sont souvent tout-à-fait verticales, et lorsqu'elles ne le sont pas, elles montent de quelques degrés, du même côté que les roches dont je viens de parler, c'est-à-dire du côté de l'O.

« Les cailloux enclavés dans ce schiste, sont, comme je l'ai dit, de différentes grandeurs, depuis celle du grain de sable, jus-

qu'à 6 ou 7 pouces de diamètre; ils appartiennent tous à la classe des roches que j'appelle primitives; je n'y ai cependant pas vu de granit en masse; seulement des granits feuilletés, des roches feuilletées, mélangées de quartz et de mica; des fragmens même de quartz pur; mais absolument aucun schiste purement argileux, ni aucune pierre calcaire, rien qui fît effervescence avec l'eau forte; et la pâte même qui renferme ces cailloux n'en fait aucune. Leur forme varie; les uns sont arrondis, et ont manifestement perdu leurs angles par le frottement; d'autres ont tous leurs angles vifs, quelques-uns même ont la forme rhomboïdale qu'affectent si fréquemment les roches de ce genre. Dans les parties de la pierre où ces cailloux étrangers sont entassés en très-grand nombre, les élémens du schiste n'ont pas eu la liberté de s'arranger et de former des feuillets parallèles; mais partout où ces cailloux laissent entre eux des intervalles sensibles, les feuillets reparaissent, et sont constamment parallèles, et entre eux, et aux plans qui divisent les couches.

« Les bancs de ces schistes poudingues forment dans la montagne une épaisseur d'environ cent toises, comptées de l'E. à l'O. trasversalement aux couches, et je l'ai suivie dans le sens de sa longueur, l'espace de plus d'une lieue; on ne peut pas la suivre plus long-tems, parce que les bancs se cachent et s'enfoncent sous la terre.

« Au-dessus de ces poudingues, du côté du S., on trouve des ardoises dont les bancs sont un peu moins inclinés, et dont la direction est un peu différente; elles tirent de quelques degrés plus à l'E., comme celles du col de Balme; mais elles penchent du même côté que ceux d'entre les bancs des poudingues qui ne sont pas tout-à fait verticaux; elles s'appuient contre l'O.

« En continuant de monter, on trouve au-dessus des ardoises, des grès à couches minces, qui ont la même situation et la même inclinaison que celles des ardoises. Sur ces grès sont d'autres ardoises; puis des pierres calcaires bleuâtres à couches minces, mêlées de mica; puis la même pierre avec très-peu de mica, puis encore la même à couches plus épaisses sans aucun mélange de mica.

« Là recommence la même succession: d'abord les grès mêlés de mica et de quartz; sur ces grès, des calcaires à couches minces, mêlées de mica et de quartz, puis les mêmes à couches min-

ces presque sans mica, et enfin les mêmes couches plus épaisses tout-à-fait exemptes de mica.

« Ici la terre végétale recouvre presqu'entièrement les sommités des couches, seulement voit-on sortir çà et là au-dessus des prairies, à la hauteur de trois ou quatre pieds, les sommités presque verticales des couches calcaires. Ces sommités arrangées sur des lignes parallèles, comme si elles l'eussent été par l'art, présentent un aspect tout-à-fait singulier. »

On voit par cette description, et par d'autres détails moins importans que nous avons omis, qu'il s'est opéré à Valorsine une série non interrompue de dépôts, au-dessus du granit qui fait la base de toute la montagne. D'abord, des roches feuilletées, qui ont la même composition que les granits, d'où elles dérivent probablement; puis des débris des roches précédentes, cimentés par une pâte schisteuse, ayant la même origine; puis ce schiste ardoisé seul, à pâte fine; ensuite la même ardoise dégénérant en grès; puis le retour de cette même ardoise, qui commence bientôt à se mélanger de calcaire, auquel elle communique sa couleur; enfin les détritus des roches anciennes deviennent plus rares, et le calcaire se dépose à peu près seul.

Les pierres qui composent le poudingue proviennent donc de roches préexistantes, puisque ces débris sont en partie roulés; et ces roches préexistantes n'étaient pas fort éloignées de Valorsine, puisque leurs débris sont quelquefois demeurés anguleux : donc les parties fragmenteuses du poudingue tiraient leur origine d'une montagne voisine, qui ne peut être que la chaîne du Mont-Blanc. Les schistes, les ardoises, les grès, toute la poudre quartzeuse et micacée qui composent la pâte des poudingues et forment les couches superposées, sont encore des débris évidens de cette même chaîne de montagnes. Donc celle-ci existait avant la formation du poudingue, avant les ardoises, les grès, le calcaire micacé; et comme tous ces dépôts ont une épaisseur verticale de plus de 2000 pieds, laquelle était sans doute beaucoup plus considérable avant l'éboulement de la colline, on peut assurer que la chaîne de montagnes qui les a produits, avait une hauteur comparable à celle du Mont-Blanc. Qu'on dise à présent que la chaîne des Alpes est postérieure au dépôt des terrains tertiaires!

Il s'est trouvé quelques géologues qui ont fait tomber de la

lune plusieurs des roches que l'on rencontre à la surface du globe. Il y en a d'autres, au contraire, qui ne se sont pas même demandé quelle pouvait être l'origine des terrains de sédiment. Ces montagnes d'ardoises qui reposent au pied des hautes chaînes, ces collines de sables ou de grès, ces bancs immenses d'argile et de marne, tous ces débris d'anciennes roches, qui recouvrent le fond des vallées, qui s'étendent sur la surface des continens, et que les fleuves vont déposer au fond de la mer actuelle, pense-t-on que l'ancienne mer les ait tous tenus à la fois en suspension ou en dissolution, pour les déposer successivement en couches? Ne sont-ils pas évidemment des produits lents et successifs de l'action corrosive des agens atmosphériques, sur les plus anciennes parties des continens mises à sec? A qui pourra-t-on prouver, enfin, que les couches fragmentaires, sablonneuses et sédimenteuses que l'on rencontre à chaque pas dans les Alpes, au pied de montagnes escarpées, déchirées, rongées en tous sens, n'en soient pas les débris accumulés par les siécles?

Si donc on veut se faire une idée de l'âge des montagnes, il faudra reporter à leurs sommités et sur leurs flancs, toutes les couches sédimenteuses qui en proviennent évidemment. Quand tout le terrain mouvant des plaines aura été ainsi reporté à son origine, on aura des chaînes de montagnes incomparablement plus élevées que celles qui recouvrent aujourd'hui la surface du globe; et l'on comprendra peut-être que les Alpes, au lieu d'être la chaîne la plus récente, sont probablement la plus ancienne de l'Europe, à en juger par les immenses débris dont elle a recouvert toutes les contrées adjacentes, et par le temps qu'il a fallu pour en opérer le transport. Ainsi, le Mont-Blanc, par exemple, a dû offrir primitivement un dos régulier, dont la forme est donnée par les extrémités de toutes les aiguilles dont il se trouve hérissé. Si l'on calcule le temps durant lequel l'action corrosive de l'atmosphère a pu détruire les roches anciennement placées dans les intervalles de ces aiguilles de granite, qui ont jusqu'à six mille pieds de hauteur, et que l'on fasse attention à la presque parfaite conservation du Jura, dont les couches calcaires se désaggrègent avec tant de facilité, il ne sera point douteux que les Alpes ne soient d'une date beaucoup plus

ancienne que le Jura, contrairement au système de M. Elie de Beaumont.

On a donné, depuis quelque temps, une importance beaucoup trop grande à l'étude des corps organisés fossiles, et plusieurs erreurs ont été propagées à la vue de ces témoins des révolutions du globe. Chaque espèce de terrains a eu ses fossiles caractéristiques. Tous les calcaires, par exemple, qui renferment les principales coquilles du terrain crétacé de la Seine, sont réputés appartenir au même système de dépôt, et par suite tous contemporains; ce qui veut dire que, premièrement, les terrains de craie se sont formés durant la même période de temps; et secondement, que tous les terrains qui contiennent les mêmes coquilles principales, appartiennent nécessairement à la même formation. C'est en conséquence de ce prétendu principe, que nous avons maintenant du calcaire crayeux au Mont-Perdu dans les Pyrénées, sur le mont Diablerets dans les Alpes, et des terrains tertiaires au sommet du Buet en Savoie, à trois ou quatre mille mètres de hauteur. Alors il résulterait de pareilles observations, que ces couches très-élevées ont été formées en même temps que les craies des falaises de la Manche; mais comme en général les terrains crayeux de la France ne dépassent pas deux cents mètres de hauteur, il faut de toute nécessité que les monts Perdu, Buet et Diablerets aient été soulevés après le dépôt de la craie, puisque, si la mer avait déposé ce terrain à la hauteur de ces montagnes, elle en aurait recouvert tous les points de la France, ce qui n'est pas.

D'abord nous ferons remarquer à M. Arago, qui s'appuie sur ce raisonnement, suivant lui incontestable, et qui paraît prendre au pied de la lettre toutes les assertions des géologues conchyliophiles, que les couches calcaires des montagnes citées, n'ont rien de commun avec la craie, si ce n'est la présence de certaines coquilles; et que, quand bien même l'identité de ces êtres serait mise hors de doute, il n'en résulterait pas d'une manière incontestable que les montagnes ont été soulevées après ces dépôts. En effet, si certains animaux marins semblent vivre de préférence sur telle ou telle roche, aucun d'eux n'est indifférent à la chaleur des eaux de la mer; et quelques degrés de différence en température suffisent pour que les mollusques des côtes méridionales de la France ne se retrouvent point tous sur

les côtes septentrionales du même pays. Que sera-ce si nous nous transportons de l'équateur, où la température moyenne est de 28 degrés centigrades, jusqu'aux pôles de la terre, où elle tombe à 50 degrés sous zéro ! Maintenant il résulte de faits très-généraux et bien démontrés, qu'il a dû exister une époque où la chaleur propre du globe s'ajoutait à la chaleur solaire, de manière à porter beaucoup plus haut la température des divers points du globe ; mais avec cette condition, que la différence entre les températures moyennes du pôle et de l'équateur, fut toujours d'environ 80 degrés. Alors on conçoit que la température d'un même point de la surface terrestre, ait passé par tous les degrés supérieurs à son état final, qui ne dépend plus que de la chalenr solaire ; et que la zône dans laquelle peut vivre un animal donné, ait été continuellement en s'avançant du pôle vers l'équateur, pour arriver enfin à sa position actuelle et invariable. Une progression analogue a eu lieu relativement aux hauteurs : tous les êtres organisés ont apparu sur les montagnes avant de s'arrêter entre les limites où nous les retrouvons aujourd'hui. Par conséquent deux terrains qui seraient placés sous des latitudes assez différentes, ou à la même latitude, mais à des hauteurs diverses, quand bien même leur composition chimique serait analogue, par cela seul qu'ils renfermeraient les mêmes coquilles fossiles, appartiendraient nécessairement à deux âges différens, à deux formations distinctes. Ainsi le calcaire des monts Perdu, Buet et Diablerets, qui n'est pas du tout semblable à la craie, se serait déposé bien avant celle-ci, précisément par le motif de la similitude de leurs animaux fossiles.

M. Arago cite encore à l'appui du système de M. de Beaumont, les productions volcaniques, et principalement les exemples du soulèvement de quelques portions déjà consolidées de la croûte terrestre, opérés depuis les temps historiques. C'est ainsi que le volcan de Jorullo, au Mexique, s'est formé dans la nuit du 28 au 29 septembre 1759, en soulevant le terrain qui auparavant en occupait la place. Dans les Cyclades, les îles Santorine, Therasia et Aspronisi forment un petit groupe volcanique, dans l'enceinte duquel on a vu sortir de la mer, et à différentes époques, des îlots de nature évidemment volcanique. Enfin le tremblement de terre qui bouleversa le Chili, le 19 novembre 1822, produisit sur une étendue de plus de 100 milles une élévation du sol qui fut de 3 pieds à Valparaiso et de 4 p.

à Quintero. Il paraît que le soulèvement de la côte du Chili est progressif, car on trouve déjà à une hauteur de 50 pieds, des indices de l'ancien niveau de la mer.

Mais ces exemples de soulèvement sont loin de prouver que les longues chaînes de montagnes soient des produits volcaniques. Les grandes cassures de la croûte terrestre, qui forment comme des toits immenses, dont les pentes se prolongent à travers les continens jusqu'au fond du bassin des mers, indiquent en effet que les couches superficielles du globe ont éprouvé des mouvemens de bascule, quelquefois prompts, mais ordinairement continus, puisqu'ils ont fait baisser progressivement le niveau de l'Océan. Il ne suffit pas de montrer comment les chaînes de montagnes ont pu être soulevées au-dessus des plaines; il faut encore embrasser, dans cette explication, l'exhaussement de la terre ferme et la dépression du bassin des mers; car, Dieu merci, nous ne croyons plus ni aux cataractes des cieux, ni aux abîmes de la terre; mais nous admettons que la masse d'eau qui en recouvre la surface, n'a jamais varié d'une seule goutte, depuis l'origine du monde.

Ces grandes révolutions du globe sont tellement compliquées, qu'on ne peut plus les aborder à l'aide d'une seule des sciences d'observation; et la géologie de Werner a peut-être déjà dépassé le cercle dans lequel elle devait tourner, en vertu de ses propres principes. La science du globe, en effet, n'est pas réduite à la seule question des superpositions de roches; elles comprend aussi des questions d'astronomie, de physique générale et de mécanique; mais les principes de toutes ces sciences sont tellement ignorés des géologues, qu'il est impossible de parcourir de sang-froid leurs ouvrages, pour quiconque a fait une étude suffisante de ces principes. C'est par ce motif que jusqu'ici nous nous sommes peu occupés de leurs travaux; et si dans cette occasion, nous avons accumulé nos preuves, c'est moins pour élever une voix d'opposition contre un système qui seroit tombé de lui-même, que pour désabuser nos lecteurs sur ce concert d'acclamations, dont le signal était parti de l'Académie. Que la surface du globe ait été régulière à son origine, et que les montagnes dont elle est aujourd'hui couverte, aient paru en vertu d'un mouvement relatif de ses différens points, c'est un fait incontestable; reste à savoir dans quel sens et à quelle

époque ce mouvement s'est opéré; mais la solution de cette question, pour être la véritable, ne peut s'appuyer sur un petit nombre de faits, susceptibles de recevoir vingt explications, quand d'ailleurs elle soulève mille difficultés nouvelles.

SAIGEY.

209. MÉMOIRE SUR LA PROPAGATION DU MOUVEMENT DANS LES MILIEUX ÉLASTIQUES; par M. POISSON. (*Annales de Chimie et de Physiq.*; tom. 44, p. 423).

Tous les corps, solides, liquides, aériformes, sont susceptibles de compression. Dans les solides et les liquides, la compressibilité est très-faible, et il faut employer de très-grandes forces pour la rendre sensible. Dès qu'on enlève ces forces, les liquides reprennent leur volume primitif. Il n'en est pas de même à l'égard de tous les corps solides : les uns conservent la forme et le volume que ces forces leur avaient fait prendre; les autres reviennent exactement à leur volume et à leur forme propres, aussitôt que ces forces ont cessé d'agir, en sorte que ces corps sont parfaitement élastiques, aussi bien que les liquides et les gaz. Un milieu élastique peut donc être un gaz, un liquide ou un solide; et le mouvement ayant été imprimé d'une manière quelconque à une portion limitée d'un semblable milieu, l'objet de ce mémoire est de déterminer les lois suivant lesquelles il doit s'y propager. Pour former les équations différentielles de ce mouvement, il est nécessaire d'avoir égard à la nature intime du système, aux forces d'attraction ou de répulsion qui ont lieu entre ses molécules et qui produisent son élasticité, et à la propriété essentielle qui distingue les fluides des corps solides. C'est ce que j'ai fait dans un autre mémoire; dans celui-ci, il s'agira d'intégrer ces équations, de déterminer, d'après l'état initial du système, les fonctions arbitraires qui complètent leurs intégrales; puis de déduire de ces intégrales les lois de la propagation du mouvement, et la constitution des ondes mobiles à une grande distance de l'ébranlement primitif, c'est-à-dire leurs propriétés indépendantes du mode particulier de cet ébranlement.

Lagrange a résolu le premier problème de cette nature dans ses recherches sur la théorie du son, où il a déterminé le mou-

vement d'une ligne d'air ébranlée, d'une manière quelconque, dans une petite partie de sa longueur, et d'où il a conclu la vitesse du son que Newton avait trouvée d'après une supposition sur la loi du mouvement des particules fluides. L'analyse de Lagrange fait voir que cette loi est arbitraire, qu'elle dépend de la nature de l'ébranlement primitif, mais que la vitesse du son en est indépendante ; ce qui explique comment Newton l'avait exactement déterminée, quoiqu'il l'eût déduite d'une hypothèse qui ne peut avoir lieu que pour un ébranlement particulier. Euler a ensuite traité cette question, en conservant à l'air ses trois dimensions, mais en supposant que le mouvement soit le même en tous sens autour du centre de l'ébranlement primitif; et il a trouvé que les ondes sphériques qui ont lieu dans ce cas, se propagent avec la vitesse déjà connue pour le cas d'un simple filet d'air. Enfin, l'intégrale que j'ai obtenue dans un autre mémoire, pour l'équation à quatre variables indépendantes, d'où dépendent les petits mouvemens des fluides élastiques, montre que les ondes mobiles sont encore sphériques, et que leur vitesse de propagation est la même, suivant toutes les directions, quoique l'intensité du mouvement soit différente, à cause que l'ébranlement primitif n'a pas été le même en tous sens autour d'un centre donné.

Les équations aux différences partielles que Lagrange et Euler ont considérées, ne renfermaient que deux variables indépendantes, le temps et la distance d'un point quelconque à un point fixe : celle que l'on vient de citer contient les trois coordonnées d'un point quelconque ; mais la question n'a cependant pas encore toute l'étendue dont elle est susceptible; car cette équation est fondée sur la supposition que les trois composantes de la vitesse de chaque molécule fluide sont les différences partielles d'une fonction de ses trois coordonnées; supposition qui peut n'avoir pas lieu à l'origine du mouvement, et qui ne permet pas que l'état initial du fluide soit entièrement arbitraire. On trouvera, dans ce nouveau mémoire, les intégrales des équations du mouvement des fluides, non astreintes à cette restriction particulière ; et ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces intégrales ne diffèrent de celle que j'avais précédemment obtenue, qu'en ce que la fonction arbitraire, qui est assujétie dans celle-ci à une différentiation relative au temps,

est soumise, dans celles-là, à une intégration relative à la même variable. Elles conduisent, au surplus, aux mêmes conséquences, savoir, que la vitesse de la propagation est constante pour un fluide donné, la même en tous sens autour de l'ébranlement primitif, et indépendante de cet ébranlement. On en conclut aussi qu'à mesure que les ondes s'agrandissent en s'éloignant de leur centre, les vitesses propres des molécules fluides approchent de plus en plus de leur être perpendiculaires, et les condensations ou dilatations qui les accompagnent, d'être égales aux rapports de ces mêmes vitesses à celle de la propagation. Je n'ai donc rien à changer à l'opinion que j'ai émise dans la discussion qui s'est élevée autrefois, touchant la direction du mouvement propre des molécules du fluide éthéré auquel on attribue les phénomènes de la lumière (1). Lorsque la distance au centre de l'ébranlement est très grande par rapport à l'épaisseur des ondes, la direction du mouvement, dans un fluide quelconque, coïncide en général avec le rayon de chaque particule vibrante, et ne saurait jamais s'en écarter sensiblement. Quelles que soient les directions initiales des vitesses des molécules fluides, on est conduit à cette conséquence, en examinant la constitution des ondes, quand elles sont devenues sensiblement planes à raison de l'agrandissement de leurs rayons; et réciproquement on peut s'assurer, à *posteriori*, que l'hypothèse d'une onde plane, dans laquelle les vitesses des molécules seraient parallèles à sa surface, ou, plus généralement, dévieraient de la direction normale, ne satisferait pas aux équations connues du mouvement des fluides. Toutefois, il faut observer que ces équations devront être modifiées, ce qui rendra nécessaire un nouvel examen des conséquences qui s'en déduisent, si la cause sur laquelle j'ai insisté dans un précédent mémoire (2), et que je vais rappeler en peu de mots, a un effet sensible dans les mouvemens très-rapides, par exemple, dans le cas des vibrations de l'éther lumineux.

L'hydrostatique est fondée sur le principe de l'égalité de pres-

(1) Tomes XXII et XXIII des *Annales de Chimie et de Physique*.

(2) Mémoire sur les équations générales de l'équilibre et du mouvement des corps solides élastiques et des fluides, lu à l'Académie le 12 octobre 1829, et imprimé dans le 20e cahier du *Journal de l'École polytechnique*, qui paraîtra incessamment.

sion en tous sens, que l'on regarde ordinairement comme une donnée de l'expérience dans l'équilibre des fluides, et que l'on étend par analogie à leur état de mouvement. Pour s'en former une idée précise, il faut supposer que l'on ait mené par un point donné dans l'intérieur d'un fluide quelconque, un plan qui le divise en deux parties, et concevoir, dans l'une de ces deux parties, un filet cylindrique très-délié, perpendiculaire à ce plan et aboutissant au point donné. L'action exercée par l'autre partie du fluide sur ce filet, en vertu des attractions et répulsions mutuelles de leurs molécules, sera la pression relative à ce plan et au point dont il s'agit. Cela étant, le principe de l'égalité de pression en tous sens autour de chaque point consiste en ce que cette action est normale au plan auquel elle répond, et indépendante de sa direction. Or, il est facile de démontrer que ces deux conditions ne peuvent être remplies, à moins que la contraction linéaire ne soit la même, suivant toutes les directions autour d'un même point; ce qui n'empêche pas qu'elle ne change par degrés insensibles, d'un point à un autre, selon une loi quelconque dépendante de la variation de matière du fluide, s'il n'est pas homogène, et des forces appliquées à ses molécules. Cette disposition ayant lieu dans l'intérieur d'un fluide, si on le comprime par de nouvelles forces agissantes à sa surface, ou directement sur ses molécules, il faudra que les intervalles qui les séparent diminuent tous dans un même rapport, autour d'un point donné; en sorte qu'elles forment dans l'étendue de sa sphère d'activité, un groupe construit sur une plus petite échelle, mais semblable à celui qui existait auparavant. C'est ce qui n'arrive pas dans les corps solides, où la contraction est généralement différente suivant différentes directions, et où il y a même contraction dans le sens de la forme comprimante, et dilatation dans un sens perpendiculaire à sa direction. Mais un groupe d'une très-petite étendue, et composé néanmoins d'un nombre immense de molécules fluides, que l'on a dérangé de son état primitif, ne peut revenir instantanément à l'égalité de contraction en tous sens, d'où dépend l'égalité de pression; il y doit employer un certain intervalle de temps qui n'est pas infiniment petit, dont la grandeur peut varier avec la nature du fluide, et pendant lequel la pression n'est pas la même suivant toutes les directions. Cette

circonstance n'influe aucunement sur l'état d'équilibre d'un fluide, qui ne s'observe qu'après que le temps dont il s'agit est écoulé; s'il est très-court, comme on peut le supposer à l'égard des fluides aériformes et des liquides qui ont très-peu de viscosité, on en pourra faire abstraction, excepté dans les mouvemens très-rapides, où ce temps devra être pris en considération, et dans lesquels, pour cette raison, le principe de l'égalité de pression n'aura plus lieu. C'est, par exemple, ce que l'expérience semblerait indiquer relativement à la vapeur d'eau qui se meut dans un tube, et qui exerce, en avant, une très-forte pression, et latéralement une pression très-faible. Les équations du mouvement des fluides ne se déduiront plus alors des conditions de leur équilibre, combinées avec le principe de d'Alembert. On peut voir, dans le Mémoire cité plus haut, comment elles seront modifiées, et la forme nouvelle qu'elles prendront, soit dans l'intérieur, soit à la surface libre des fluides, ou à la surface des parois qui les contiennent.

Les lois de la propagation du mouvement sont les mêmes dans les liquides et dans les fluides aériformes, lorsqu'elle est due à leur élasticité; car il ne faut pas confondre cette propagation avec celle des ondes à la surface et dans l'intérieur d'un liquide pesant regardé comme incompressible. J'ai déterminé dans un autre mémoire les lois assez compliquées de ce dernier mouvement; il n'en sera pas question dans celui-ci; mais comme il serait bon d'avoir égard à la fois à l'élasticité et à la pesanteur du liquide, je me propose de reprendre ce problème très-prochainement sous ce nouveau point de vue.

Les intégrales des équations relatives aux vibrations des corps solides, que j'ai données dans l'*Addition* à mon Mémoire sur l'équilibre et le mouvement de ces corps (1), montrent que le mouvement imprimé à une portion limitée d'un semblable milieu donnera naissance, en général, à deux ondes mobiles qui s'y propageront uniformément, avec des vitesses différentes dont le rapport sera celui de la racine carrée de trois à l'unité. Ainsi, par exemple, si un ébranlement quelconque avait lieu dans l'intérieur de la terre, nous éprouverions à sa surface deux secousses séparées l'une de l'autre par un intervalle de temps qui dépendrait de la profondeur de l'ébranlement et de la ma-

(1) Tom. VIII des nouv. Mémoires de l'Académie, p. 623.

tière de la terre, regardée comme homogène dans toute cette profondeur. Sous le rapport de leur forme analytique, les intégrales que je viens de rappeler sont, je crois, les plus simples qu'on puisse obtenir; mais elles seraient peu propres à la discussion du phénomène dont elles renferment implicitement les lois; et, pour connaître la constitution des ondes mobiles à une grande distance du lieu de l'ébranlement, il faudra recourir aux nouvelles intégrales des mêmes équations, auxquelles je suis parvenu dans le Mémoire que je présente aujourd'hui à l'Académie. Voici les conséquences générales qui s'en déduisent; elles sont uniquement relatives à un corps solide non cristallisé, ou dont la constitution et par suite l'élasticité sont les mêmes en tous sens autour de chaque point; mais j'ai aussi fait voir dans ce Mémoire, comment on obtiendrait les intégrales des équations qui se rapportent à des milieux dans lesquels l'élasticité est différente suivant différentes directions, pourvu que ce milieu fût homogène, et que sa constitution ne changeât pas d'un point à un autre; et, à l'égard de ces équations, je rappellerai que si l'on n'en restreint pas la généralité par des suppositions particulières, elles doivent renfermer trente-six coefficiens constans qui se réduisent à un seul dans le cas des corps non cristallisés.

Les deux ondes mobiles qui se propagent dans ces corps sont sphériques et de la même épaisseur. L'intensité du mouvement, mesurée par la somme des forces vives prise dans toute cette épaisseur, varie pendant le déplacement de chacune de ces ondes, suivant la raison inverse du carré de son rayon, et d'un point à un autre d'une même onde, suivant une loi dépendante de l'ébranlement primitif. Quelles qu'aient été les directions initiales des vitesses imprimées aux molécules dans l'étendue de cet ébranlement, il ne subsiste finalement que des vitesses dirigées suivant les rayons des ondes mobiles et des vitesses perpendiculaires à ces rayons. Les premières ont lieu exclusivement dans les ondes qui se propagent le plus rapidement, et elles y sont accompagnées de dilatations qui leur sont proportionnelles, en sorte que ces ondes sont constituées comme celles qui se répandent dans les fluides. Les vitesses perpendiculaires aux rayons, ou parallèles aux surfaces, existent, aussi

exclusivement, dans les autres ondes dont la vitesse de propagation est à celle des premières comme l'unité est à la racine carrée de trois; elles n'y sont accompagnées d'aucune augmentation ou diminution de la densité du milieu; circonstance digne de remarque, qui ne s'était point encore présentée dans les mouvemens d'ondulation que les géomètres avaient examinés jusqu'à présent. Pour qu'il n'y ait qu'une seule espèce d'ondes, il faut que l'ébranlement primitif satisfasse à des conditions particulières, difficiles à remplir relativement aux ondes les plus lentes. On trouve que les plus rapides subsistent seules, comme cela doit être, lorsque cet ébranlement a été semblable en tous sens autour du point donné, auquel cas le mouvement produit est aussi le même dans toutes les directions.

De ce qu'il se propage, dans les corps solides, des ondes pour lesquelles les vitesses propres des molécules sont perpendiculaires à leurs rayons respectifs, on n'en doit rien conclure à l'égard de l'éther lumineux qui ne peut être qu'un fluide très-rare au travers duquel la terre et les corps célestes se meuvent librement. A la vérité, ce fluide, semblable en cela à un corps solide, ne présente qu'un assemblage de molécules soumises à leur action mutuelle; mais il ne s'ensuit pas que les mêmes équations du mouvement puissent convenir à deux systèmes aussi essentiellement différens l'un de l'autre; et si les équations ordinaires des fluides doivent être modifiées en les appliquant à l'éther lumineux, ce ne peut être qu'à raison de la rapidité de ses vibrations, et par les considérations ci-dessus exposées, qui rapprochent, en quelque sorte, les fluides des solides, sans cependant les identifier.

Observons enfin que quelles que soient les équations auxquelles on ait recours pour déterminer les lois de la propagation du mouvement dans un milieu élastique, soit que l'on fasse usage des équations relatives aux corps solides, soit que l'on emploie les équations ordinaires des fluides, fondées sur l'égalité de pression en tous sens, ou ces équations modifiées comme on l'a vu plus haut, il faudra toujours s'astreindre à la condition que le mouvement a d'abord été circonscrit dans une portion du système limitée en tous sens. Ainsi, la considération des ondes planes et indéfiniment étendues est tout-à-fait étrangère à ce genre de question. Un nombre infini de sembla-

bles oudes qui auraient à l'origine du mouvement une petite partie commune à toutes, n'est pas propre à représenter l'état initial d'un milieu ébranlé seulement dans cette partie. En se propageant, elles laisseraient en arrière un espace limité en tous sens, qui s'agrandirait continuellement et dans lequel le mouvement serait nul; mais au-delà, les particules du milieu seraient dans un état de vibrations plus ou moins sensibles; et si l'on prenait la surface qui termine cet espace et que les ondes touchent à chaque instant, pour la surface de l'onde résultante, il arriverait que les points du système vibreraient déjà avant que cette onde mobile y fût parvenue; ce qui est contraire à la nature de la question, et n'a lieu dans aucun des mouvemens d'ondulation que l'on a considérés dans ce mémoire.

210. Éléméns de Physique expérimentale et de Météorologie; par M. Pouillet. 2 vol. in-8° en 4 parties, de 780 et 852, avec 31 pl.; prix, 20 fr. Paris, 1827, 1828, 1829 et 1830; Béchet jeune.

Nous avons annoncé sommairement la 1re partie du 1er volume de cet ouvrage, au *Bulletin*, tom. 8, n° 285, et la 2e partie du même volume au *Bulletin*, tom. 10, n° 32. Nous pouvons maintenant l'embrasser dans son ensemble, pour ensuite, entrer dans quelques détails sur la matière du second volume.

Le 1er volume, outre les notions préliminaires relatives aux idées d'espace, de temps, de matière, de forces et de mouvement, est divisé en cinq livres, où sont exposés les phénomènes de la pesanteur, de la chaleur, du magnétisme, de l'électricité et de l'électro-magnétisme.

Le 2e volume renferme quatre livres, respectivement consacrés aux actions moléculaires, à l'acoustique, à l'optique et à la météorologie.

Sous le titre d'*actions moléculaires*, l'auteur a réuni tout ce qui concerne la capillarité, la structure des corps et l'élasticité. Aux phénomènes ordinaires de capillarité, il a réuni les phénomènes d'absorption et de filtration, du mouvement de la sève dans les plantes, de l'endosmose et de l'exosmose, enfin de l'action des poisons sur les êtres organisés. Quant à la structure des corps, nous regrettons que M. Pouillet n'ait point

donné à ses lecteurs une idée de la cristallographie, puisqu'en très-peu de mots on pouvait faire connaître le principe fondamental de M. Hauy, et quelques-unes de ses applications principales; mais il n'a point négligé l'indication des changemens de forme que peuvent subir les cristaux, principalement à l'aide de la chaleur, le changement du zéro des thermomètres, le moiré métallique, les phénomènes de la trempe et du recuit; la cristallisation artificielle de quelques corps, etc. Le chapitre de l'élasticité traite de la compression des gaz et des liquides; M. Pouillet, en donnant les expériences de M. Oerstedt et celles de MM. Sturm et Colladon, les a corrigées de la compression des vases, d'après la formule de M. Poisson. M. Pouillet s'occupe aussi beaucoup de la compressibilité des solides, et de la résistance qu'ils opposent à l'écrasement ou à la flexion; il finit par donner toutes les lois de la torsion des fils métalliques.

M. Pouillet a inséré dans son acoustique, les observations récentes de M. Savart, et les lois déterminées analytiquement par M. Poisson. Un premier chapitre traite de la production du son et de sa transmission dans l'air; un second renferme l'évaluation numérique des sons par les vibrations des cordes, des tuyaux cylindriques, des lames et de la sirène de M. Cagniard Latour; un troisième est consacré aux vibrations des corps solides, tubes, verges cylindriques ou prismatiques, plaques, membranes, cloches et matières cristallisées; un quatrième est relatif au mouvement vibratoire des masses fluides et aux divers modes de production et de réflexion des ondes sonores; un cinquième est consacré à la description de quelques instrumens de musique; un sixième, à la vitesse du son dans différens milieux; un septième et dernier chapitre traite de la voix et de l'ouïe.

L'optique est peut-être la principale partie de l'ouvrage de M. Pouillet, soit à cause de l'importance réelle de la matière, soit par le soin tout particulier que l'auteur y a mis. Il en a formé deux grandes divisions, consacrées, la première aux phénomènes de la lumière ordinaire; la seconde, aux phénomènes de la lumière polarisée.

La lumière naturelle est étudiée dans six chapitres, dont le premier traite de la réflexion de la lumière sur toute espèce de surface; le second, des lois de la réfraction dans tous les mi-

lieux ; on y trouvera une table en 7 pages, renfermant les indices de réfraction donnés par tous les auteurs, et les puissances réfractives des gaz, par M. Dulong. Le troisième chapitre traite de la décomposition et de la recomposition de la lumière ; le quatrième fait connaître le phénomène des raies du spectre, observé par Frauenhofer, le pouvoir dispersif de diverses matières, et le tableau dressé à cet effet par M. Brewster ; enfin, les règles de l'achromatisme. Le cinquième chapitre est consacré à la vision et aux instrumens d'optique : on y trouvera décrits les bésicles, les loupes, les chambres claire et noire, la lanterne magique, la fantasmagorie, le microscope solaire, le mégascope, le microscope composé, les télescopes et les lunettes proprement dites. Dans le sixième et dernier chapitre, M. Pouillet expose, d'une manière très-complète, les phénomènes de la diffraction et des interférences de la lumière. « Dans les divers traités de physique qui ont paru jusqu'à présent, observe-t-il, on ne dit presque rien des phénomènes de diffraction. La plupart des auteurs se contentent d'annoncer que la lumière est déviée en passant près des extrémités des corps, et ceux qui donnent quelques détails sur ces déviations, semblent moins s'attacher aux données fondamentales qu'aux expériences singulières qui frappent les yeux, et dont les apparences peuvent être indéfiniment variées. Cependant, depuis les découvertes de Fresnel, la diffraction doit être regardée comme l'une des branches les plus intéressantes de l'optique, soit qu'on la considère en elle-même et dans la fécondité des lois auxquelles elle donne naissance, soit qu'on la considère dans ses conséquences, qui sont, sans contredit, les plus vastes auxquelles la science puisse s'élever. Les difficultés qui se rencontrent pour traiter un tel sujet d'une manière élémentaire, sont sans doute proportionnées à son importance ; mais s'il faut prendre soin dans l'enseignement de la physique, d'éviter les difficultés stériles, c'est-à-dire celles qui ne conduisent à rien quand elles sont résolues, il faut aussi se faire un devoir d'aborder franchement les discussions qui peuvent conduire à des données fondamentales sur le jeu des forces naturelles et sur leur mode d'existence.... La tâche que je me suis imposée aurait donc été bien incomplètement remplie, si je n'avais redoublé de zèle et d'efforts pour introduire ces phénomènes

dans la physique élémentaire. J'ose espérer que les personnes qui voudront lire avec un peu d'attention les pages suivantes, prendront une juste idée de ce qui a été fait autrefois, et dans ces derniers temps, sur cette partie de l'optique. Il m'a semblé nécessaire de retracer rapidement l'histoire des principales découvertes qui ont conduit au système des ondulations, en distinguant, avec toute la sévérité que réclame l'intérêt de la science, ce qui est encore hypothétique de ce qui est irrévocablement démontré. »

Nous avons transcrit, presqu'en entier, ce passage de l'auteur, parce que les réflexions qu'il fait s'appliquent, non-seulement aux phénomènes de la réfraction, mais aussi jusqu'à un certain point, aux phénomènes de la polarisation, qu'il a distribués en quatre chapitres : le premier traite de la double réfraction ; on y trouve le tableau des cristaux à un axe, et celui des cristaux à deux axes, ainsi que la description du micromètre à double image. Le second chapitre, très-succinct, renferme les phénomènes généraux de la polarisation par réflexion et par réfraction. Dans le troisième, sont établies les lois de ces phénomènes; savoir : la loi de M. Brewster sur l'angle de polarisation, celle de Malus sur le partage de la lumière polarisée, celle de Fresnel sur l'intensité de la lumière réfléchie, celle du même auteur sur le mouvement du plan de polarisation par l'effet de la réflexion ; enfin, les belles lois qui viennent d'être établies par M. Brewster sur la polarisation partielle, soit par réflexion, soit par réfraction, le tout suivi de l'action mutuelle des rayons polarisés. Dans le quatrième chapitre, l'auteur traite des teintes colorées des lames cristallines, de la polarisation circulaire, de la couleur des corps amorphes, et de l'absorption de la lumière polarisée.

Les élémens de météorologie qui forment le neuvième et dernier livre, embrassent : 1° tout ce qui a rapport à la chaleur terrestre, comme les températures de l'air, à la surface du sol, dans l'intérieur des couches terrestres, dans les hautes régions de l'atmosphère et dans la mer ; 2° à l'état habituel de l'air, à sa pression, et aux agitations de sa masse ; 3° aux vapeurs et aux substances qui tombent de l'atmosphère ; c'est ici que l'auteur a placé l'hygrométrie, et qu'il explique la production du serein et de la rosée, du givre et de la gelée, des brouillards et

des nuages, de la pluie, de la neige, du grésil et du verglas, de la neige rouge, des poussières et autres matières molles, sèches ou humides qui tombent de l'atmosphère; enfin, des aérolithes; 4° à la lumière météorique, comme le mirage, l'arc-en-ciel, les halos et les parhélies; 5° et à l'électricité atmosphérique, d'où proviennent le tonnerre et la grêle. Nous ignorons pourquoi l'auteur n'a point parlé des aurores boréales; il traitera sans doute ce sujet intéressant dans la seconde édition de son ouvrage, à laquelle il travaille déjà.

En somme, nous croyons que cet ouvrage se distingue de plusieurs autres par l'élégance de sa rédaction, et de tous par la nouveauté des sujets qui s'y trouvent traités. M. Pouillet a eu le bon esprit d'introduire dans les élémens, un grand nombre de recherches d'un ordre plus ou moins élevé, qui ne sont point encore sorties des journaux scientifiques et des recueils académiques. En cela, il a rendu un service réel, et aux savans dont il a fait connaître les travaux, et aux élèves en leur donnant une idée plus complète de la science. S.

CHIMIE.

211. Vanadium, nouvelle substance métallique. (Extrait d'une lettre de M. Berzélius à M. Dulong.)

M. Sefström, directeur de l'École des mines de Fahlun, en examinant une espèce de fer remarquable par son extrême souplesse, vient d'y reconnaître la présence d'une substance dont les propriétés diffèrent de celles de tous les corps connus jusqu'ici, mais en proportion si petite qu'il aurait fallu beaucoup de temps et de dépenses pour en retirer la quantité qu'aurait exigée un examen approfondi. Ce fer provenait de la mine de Taberg en Smöland, qui ne contient également que des traces du corps dont il s'agit. M. Sefstroem, ayant trouvé que la fonte en renfermait une proportion bien plus grande que le fer qui en est extrait, présuma que les scories formées pendant la conversion de la fonte en fer seraient encore plus riches : cette conjecture a bientôt été confirmée par l'expérience; et M. Sefstroem ayant pu se procurer ainsi une quantité de la nouvelle

substance suffisante pour l'étudier, est venu chez moi pendant les vacances de Noël, pour y terminer ses recherches à ce sujet.

Nous n'avons pas encore fixé définitivement le nom de cette substance. Nous l'appelons provisoirement *vanadium*, de *vanadis*, nom d'une divinité scandinave.

Le vanadium forme avec l'oxigène un acide et un oxide.

L'acide est rouge, pulvérulent ; il est fusible et se prend en masse cristalline par le refroidissement. Il est un peu soluble dans l'eau ; il rougit le tournesol, donne des sels neutres jaunes et des bi-sels orangés. Ses combinaisons avec les acides ou les bases, en dissolution dans l'eau, jouissent de la singulière propriété de perdre souvent tout-à-coup leur couleur; elles ne la reprennent qu'au moment où elles reviennent à l'état solide; et si l'on vient à les redissoudre, elles conservent leur coloration. Ce phénomène paraît avoir quelque analogie avec les deux états distincts de l'acide phosphorique et des phosphates.

Le gaz hydrogène réduit l'acide vanadique au rouge blanc; il reste une masse cohérente, douée d'un faible éclat métallique, et qui conduit bien l'électricité. Toutefois il n'est pas encore certain que ce soit une réduction complète.

Le vanadium ainsi obtenu ne se combine pas avec le soufre, même lorsqu'on le porte au rouge dans une atmosphère formée par la vapeur de cette substance.

L'oxide de vanadium est brun, presque noir; il se dissout facilement dans les acides. Les sels sont d'une couleur brune très-foncée; mais par l'addition d'un peu d'acide nitrique, il se manifeste une effervescence, et la couleur devient d'un très-beau bleu.

L'hydrogène sulfuré et même l'acide nitreux réduisent l'acide vanadique, en combinaison avec un autre acide, à cette matière bleue qui paraît n'être qu'un composé d'acide vanadique et d'oxide de vanadium, analogue à ceux que forment le tungstène, le molybdène, l'iridium et l'osmium. L'acide et l'oxide vanadique donnent en outre des combinaisons vertes, jaunes et rougeâtres, toutes solubles dans l'eau sans le secours d'aucun autre acide.

L'oxide de vanadium, pourvu qu'il ait été produit par la voie humide, est soluble dans l'eau et dans les alcalis. La pré-

sence d'un sel dans l'eau rend sa dissolution impossible, et l'on peut tirer de cette remarque un procédé pour le précipiter.

Les vanadates dissous dans l'eau sont décomposés par l'hydrogène sulfuré, qui les transforme en sulfo-sels d'un beau rouge.

Le chloride vanadique est un liquide incolore, très-volatil, qui répand dans l'air une vapeur rouge épaisse.

Le fluoride est tantôt rouge, tantôt incolore, mais toujours fixe.

Dans les essais au chalumeau, le vanadium colore les flux en beau vert, comme le chrome.

Le mémoire de M. Sefstroem présentera une histoire plus complète de cette substance. (*Annal. de Chim. et de Physiq.*; Tom. 45, p. 332.)

212. Analyse de plusieurs verres de différentes sortes; par M. Berthier. (*Ibid.*; Tome 44, p. 483.)

L'auteur partage en quatre espèces les verres qu'il a analysés, savoir, les verres blancs, les verres à pivettes, les verres à bouteilles et les cristaux.

L'analyse de cinq espèces de verre blancs a donné les résultats suivans :

	Nemours.	Bohême.	Venise.	Tubes.	Tubes.
Silice	0,720	0,717	0,686	0,734	0,692
Chaux	0,064	0,103	0,110	0,042	0,076
Potasse	.....	0,127	0,069	0.172	0,158
Soude	0,170	0,025	0,081	.....	0,030
Magnésie	.....	.....	0,021	.....	0,020
Alumine	0,026	0,004	0,012	0,015	0,012
Oxide de fer	0,011	0,003	0,002	0,010	0,005
Oxide de manganèse		0,002	0,001	0,010	.....
Oxide de plomb	.....	.....	.....	0,010	.....
	0,991	0,981	0,982	0,993	0,991

Le premier a été fabriqué à Bagneaux près Nemours; il renferme une trace de cuivre. Sa composition est telle que la silice renferme à peu près cinq fois plus d'oxigène que toutes les bases réunies. Le second, de Neuvelt en Bohême, est tel que la silice contient six fois plus d'oxigène que les bases. Le troisième provient d'anciennes glaces; sa silice contient à peu près quatre fois plus d'oxigène que les bases. Le 4[e] est en tubes pleins. Le 5[e] est tel que la silice contient cinq fois plus d'oxigène

que les bases. Les verres blancs sont donc des silicates qui contiennent au moins deux bases, la chaux et un alcali.

Les verres à pivettes sont d'un verre pâle d'aigues marines; l'auteur en a analysé quatre échantillons :

Silice...........	0,716	0,692	0,635	0,620
Chaux..........	0,100	0,130	0,162	0,156
Potasse........	0,106	0,080	0,105	....
Soude..........	.....	0,030	.....	0,164
Magnésie.......	.....	0,006	.....	0,022
Alumine.......	0,030	0,036	0,045	0,024
Oxide de fer....	0,015	0,016	0,025	0,007
Oxide de manganèse........	0,003	.....	0,012	....
	0,970	0,990	0,984	0,993

La quantité d'oxigène de la silice est à la quantité d'oxigène de toutes les bases, comme 6 est à 1 pour le premier échantillon, comme 5 est à 1 pour le second, comme 7 est à 2 pour le troisième, et à peu près comme 3 est à 1 pour le quatrième. Ils contiennent une plus forte proportion de chaux que les verres blancs. Leur teinte verte n'est pas essentielle et tient à ce que l'on emploie pour les fabriquer des sables communs un peu ferrugineux et alumineux.

Les verres à bouteilles ont été analysés sur trois échantillons :

	Souvigny.	St.-Etienne.	Épinac.
Silice........................	0,600	0,604	0,596
Chaux........................	0,223	0,207	0,180
Baryte........................	.....	0,009	.....
Potasse...................... }	0,031	0,032	0,032
Soude........................ }			.....
Magnésie.....................	.....	0,006	0,070
Alumine......................	0,080	0,104	0,068
Oxide de fer..................	0,040	0,038	0,044
Oxide de manganèse...........	0,012	.....	0,004
Oxide de cuivre..............	.....	.....	....
Acide phosphorique..........	0,004	.....	....
	0,990	1,000	0,994

Dans ces trois verres l'oxigène de la silice est à l'oxigène des bases comme 5 est à 2. L'acide phosphorique du premier provient du phosphate de chaux des cendres que l'on emploie pour le fabriquer. Dans le second, le sulfate de baryte est employé comme fondant. Le fer n'est ni à l'état de protoxide, ni à celui de peroxide, mais à un degré intermédiaire, auquel on l'amène en agitant le verre fondu avec du bois vert.

L'analyse de trois échantillons de verre de cristaux a donné :

	Vonêche.	Newcastle.	Londres.
Silice	0,560	0,514	0,592
Oxide de plomb	0,344	0,374	0,282
Potasse	0,066	0,094	0,090
Alumine	0,010	0,012	
Oxide de fer	.....	0,008	0,004
Oxide de manganèse	.....		0,010
	0,980	1,002	0,978

Le premier peut être représenté par la formule $K\,S^8 + 2\,P\,S^8$. Dans le second l'oxigène de la silice est cinq fois l'oxigène des bases; dans le troisième, ce rapport est de 8 à 1.

213. Mémoire pour servir a l'histoire des bromures; par M. Berthemot. (*Ibid.*, p. 382.)

L'auteur a produit les bromures, soit en faisant agir la vapeur de brôme sur les métaux chauffés, soit en chauffant un mélange de métal, de brôme et d'eau, soit en faisant réagir l'acide hydrobromique sur les oxides métalliques. *Le bromure de chrôme* est gris-verdâtre; sa solution dans l'eau est verte, sucrée et astringente; il est totalement décomposé par la chaleur. Le *proto-bromure de cuivre* est gris-verdâtre et insoluble dans l'eau; l'acide muriatique le dissont sans le décomposer. Il ne se décompose par la chaleur qu'au contact de l'air. Analysé par l'acide nitrique, il a donné 44,70 de cuivre et 55,30 de brôme, ou un atôme de l'un sur un atôme de l'autre. Le *deuto-bromure de cuivre* cristallise difficilement en aiguilles jaunes-verdâtres, car il est très-déliquescent. Desséché, il a une couleur de plombagine. Il passe à l'état de proto-bromure par une chaleur inférieure à celle du rouge-brun. Le *bromure d'urane* cristallise en aiguilles aplaties de couleur jaune, très-déliquescentes et d'une saveur styptique. Il se décompose à la chaleur rouge. Le *bromure de cadmium* est très-soluble dans l'eau, et cristallise en longues aiguilles prismatiques blanches qui s'effleurissent facilement à l'air. Chauffé, il commence par se fondre dans son eau de cristallisation, puis il se dessèche et enfin se volatilise et se sublime sous forme de paillettes arrondies, d'un blanc nacré. Il se dissout dans l'alcool, dans l'éther, dans les acides acétique et muriatique et dans l'ammoniaque. Analysé par l'acide nitrique, il a donné 41,47 de cadmium et

58,53 de brôme, ou un atôme de l'un sur deux atômes de l'autre. Le *bromure de zinc* cristallise en une masse très-déliquescente; il a une saveur sucrée et astringente. Il se sublime sous forme de vapeurs blanches. L'alcool et l'éther le dissolvent, ainsi que les acides acétique et muriatique et l'ammoniaque. Analysé par l'acide nitrique, il s'est trouvé ainsi formé : zinc 29,25, et brôme 70,75, ou un atôme de zinc sur deux atômes de brôme. Le *bromure de nickel* chauffé fortement prend l'aspect de l'or mussif; et si la chaleur est poussée au rouge-blanc, il se sublime en partie, sous forme de paillettes jaunâtres, ressemblant assez à du mica. A cette température il éprouve un commencement de décomposition. Ce bromure cristallise dans l'eau en petites aiguilles d'un blanc sale et très-déliquescentes. La solution exposée à l'air, laisse déposer quelques flocons d'oxide de nickel; en la desséchant, il reste un bromure rougeâtre qui se liquéfie bientôt à l'air humide. Le bromure de nickel se dissout dans l'alcool, dans l'éther, dans l'acide muriatique et dans l'ammoniaque. Il se décompose au rouge-blanc avec le contact de l'air. Analysé par l'acide nitrique, il a donné : nickel 27,09, brôme 72,91, ou un atôme de nickel sur deux atômes de brôme. Le *bromure de cobalt* se dissout dans l'eau en un rose, qui devient rouge-violet par la concentration, et vert par la dessiccation. Il est très-déliquescent, et n'éprouve qu'une légère décomposition par une chaleur rouge-blanc. L'ammoniaque le décompose. Il est formé de cobalt 27,43 et de brôme 72,57. Le *bromure de fer* est rougeâtre, soluble dans l'eau et volatil. Analysé par l'acide nitrique, il a donné : fer 26,04 et brôme 73,96, ou un atôme de fer sur deux atômes de brôme. Le *bromure de manganèse* est blanc rose; il cristallise dans l'eau en petites aiguilles ou feuilles blanchâtres. Ces cristaux sont très-déliquescens et ont une saveur piquante. Ils se décomposent à une chaleur rouge-blanc. Le *bromure de cérium* est incristallisable et très-déliquescent. Le *bromure de zirconium* cristallise, dans l'acide hydrobromique, sous forme grenue; il a une saveur piquante et styptique, et se décompose au feu. Le *bromure de glucicium* se dissout dans l'acide hydrobromique, où il donne de très-petits cristaux, sensiblement cubiques, d'une saveur sucrée, et décomposables par le feu. Le *bromure d'aluminium* se dissout dans l'acide hydrobromique,

où il cristallise en petites houppes dont les aiguilles sont très courtes. Il est très-déliquescent, d'une saveur styptique, et se décompose au feu. Le *bromure de strontium* cristallise en longues aiguilles prismatiques qui s'effleurissent à l'air sec, et qui coloreut la flamme en rouge. Le *bromure de calcium* cristallise en aiguilles soyeuses.

Les diverses expériences ci-dessus font connaître quinze composés de brôme, dont neuf provenant de l'action directe du brôme sur les métaux par la voie sèche ou par l'intermède de l'eau ; ce sont les bromures de chrôme, de cuivre, d'urane, de cadmium, de zinc, de nickel, de cobalt, de fer et de manganèse.

Tous ces bromures sont solubles dans l'eau, excepté le proto-bromure de cuivre. Six sont cristallisables plus ou moins facilement : ceux de chrôme, de cuivre (deuto-bromure), d'urane, de cadmium, de nickel et de manganèse.

Cinq sont volatils : ceux du cuivre (proto-bromure), de cadmium, de zinc, de nickel et de fer, les deux derniers seulement en partie.

Les bromures décomposables par le feu sont : ceux de chrôme, d'urane, de nickel, de cobalt et de fer. Avec le contact de l'air, ils se changent en brôme et oxide métallique; tandis que, en vase, ils supportent la chaleur rouge assez long-temps sans que la décomposition se fasse bien et en entier.

Il en est qui se dissolvent dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique concentré, l'acide hydrochlorique et l'ammoniaque : ce sont ceux de cadmium, de zinc, de nickel et de cobalt.

Le bromure de cuivre n'est point décomposé par l'acide sulfurique, même bouillant. Il est soluble dans l'ammoniaque, en donnant un sel qui paraît susceptible de cristalliser. On peut aussi se procurer ces bromures par l'action de l'acide hydrobromique sur les carbonates ou oxides métalliques. C'est ce procédé qui a servi à la préparation des bromures suivans : ceux de cérium, de zirconium, de glucinium, d'aluminium et de strontium. Tous sont solubles dans l'eau, et cristallisent plus ou moins facilement, excepté celui de cérium qui est incristallisable. Ils donnent, par leur décomposition au feu, de l'acide hydrobromique et l'oxide du métal dont ils sont formés. Celui de cérium cependant passe à l'état d'oxide bromure : après avoir laissé dégager de l'acide hydrobromique, il a besoin d'une chaleur plus élevée pour être décomposé.

214. **Séparation du chlore et du brôme** contenus dans un mélange de chlorure et de bromure alcalins.— Moyen de reconnaître si une dissolution de chlorure d'iode est à l'état d'acide iodique et d'acide hydrochlorique; par M. Sérullas. (*Ibid.*; Tom. 45, p. 190).

M. Sérullas a observé que la dissolution de sous-chlorure d'iode dans l'eau agitée avec l'éther, changeait d'état assez promptement, souvent du jour au lendemain. Alors l'éther contient tout l'iode et peu de chlore, tandis que la partie aqueuse ne renferme que de l'acide muriatique. D'un autre côté, la dissolution aqueuse de chlorure de brôme, saturée par le chlore, étant agitée avec son volume d'éther, donne aussitôt, dans la partie aqueuse et inférieure, de l'acide muriatique sans trace de brôme, qui reste dans la partie éthérée et supérieure. En réitérant cette opération, on parvient à réduire le composé en acide muriatique et en solution éthérée de brôme. Tant qu'il y existe du chlore, il ne se forme pas d'acide hydrobromique; dès qu'on aperçoit des traces de ce dernier, on est assuré que tout le chlore a disparu; mais il ne se forme pas d'acide bromique.

« Le chlorure de brome, ajoute l'auteur, ne décomposant pas l'eau, le chlore qu'il retient, en raison de son affinité plus grande pour l'hydrogène, agit le premier sur l'éther en changeant d'état; et, tant qu'il en existe, il ne peut pas se produire de l'acide hydrobromique, puisqu'il est décomposé par le chlore. Certainement, dans le contact du chlorure de brôme avec l'eau, il pourrait se former deux acides tout aussi bien que dans l'acte de la dissolution dans l'eau du chlorure d'iode; pourtant c'est ce qui n'a pas lieu. Le principe d'après lequel M. Dumas a établi (*Bulletin*, n° 96) qu'il y a décomposition d'eau quand il peut se former deux acides, s'évanouit. »

« Maintenant, continue-t-il, pour reconnaître et séparer le brôme et le chlore contenus dans le résidu de l'évaporation des eaux salées, il faut procéder comme pour l'entretien du chlore et du brôme. On prend une quantité quelconque de ces résidus; on la mêle exactement avec son poids d'oxide de manganèse pulvérisé, on introduit le mélange dans une petite cornue tubulée, à laquelle on adapte un petit ballon contenant un peu d'eau; on verse dans la cornue de l'acide sulfurique étendue de son cinquième d'eau, on chauffe; le chlorure de brôme se

volatilise et vient se condenser dans le ballon bien refroidi. La cessation des vapeurs rutilantes indique que l'opération est terminée. On verse ensuite de l'éther, toujours à peu près le volume de l'eau qu'on a employée pour dissoudre le chlorure de brôme; on agite, et on sépare l'eau contenant l'acide hydrochlorique déjà formé par son contact avec l'éther. On réitère le lavage avec peu d'eau à la fois. Le brôme reste dans l'éther, d'où on le retire à la manière accoutumée. » Il se forme en outre un certain bromure de carbone.

Arrivant à la manière de reconnaître si une dissolution de chlorure d'iode est à l'état de chlorure, ou à celui d'acide muriatique et d'acide iodique, l'auteur a vu qu'en versant dans une dissolution alcoolique de sulfate de quinine, une dissolution aqueuse et concentrée de chlorure et de sous-chlorure d'iode, il ne se formait pas de précipité; indice de l'absence de l'acide iodique et de la non décomposition de l'eau; mais, en étendant d'eau par gradation cette dissolution de chlorure et de sous-chlorure d'iode, et l'essayant sucessivement par une dissolution alcoolique de sulfate de quinine, on arrive au point où elle donne un précipité d'iodate acide de quinine, preuve que l'acide iodique est alors produit.

TABLE
DES ARTICLES DU CAHIER DE NOVEMBRE 1830.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT, RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

TABLE GÉNÉRALE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS,

POUR L'ANNÉE 1830.

Nota. Les chiffres romains indiquent le volume, et les chiffres arabes le numéros des articles.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

W

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PARIS. — IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FAIN,
RUE RACINE, N°. 4.





